

**ANALISIS LOGAM BERAT TEMBAGA (Cu) PADA MANGROVE
Avicennia marina DI PANTAI EKOWISATA KAMPUNG BLEKOK
SITUBONDO, JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Oleh:

**APRILIA DENTASARI
NIM. 175080101111023**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2021**

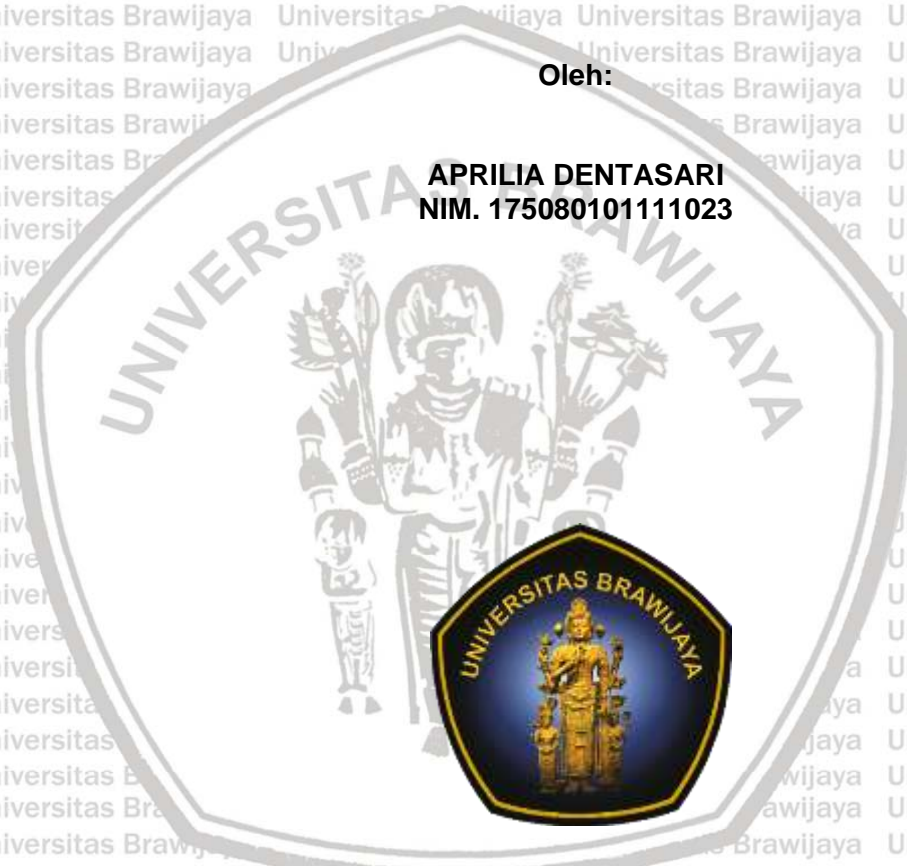
**ANALISIS LOGAM BERAT TEMBAGA (Cu) PADA MANGROVE
Avicennia marina DI PANTAI EKOWISATA KAMPUNG BLEKOK
SITUBONDO, JAWA TIMUR**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan di
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh:

**APRILIA DENTASARI
NIM. 175080101111023**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2021**

SKRIPSI

ANALISIS LOGAM BERAT TEMBAGA (Cu) PADA MANGROVE *Avicennia marina* DI PANTAI EKOWISATA KAMPUNG BLEKOK SITUBONDO, JAWA TIMUR

Oleh:

APRILIA DENTASARI
NIM. 175080101111023

Telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 8 Juli 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat



Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Dr. Ir. M. Firdaus, MP
NIP. / NIK. 197680919 200501 1 001
Tanggal: 7/16/2021

Dr. Ir. Umi Zakiyah, M. Si.
NIP. / NIK. 19610303 198602 2 001
Tanggal: 7/16/2021

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aprilia Dentasari

NIM : 175080101111023

Judul Skripsi : Analisis Logam Berat Tembaga (Cu) Pada Mangrove
Avicennia marina di Pantai Ekowisata Kampung Blekok
Situbondo, Jawa Timur.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dan saya sendiri, baik untuk naskah, tabel, gambar maupun ilustrasi lainnya yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi. Jika terdapat karya / pendapat / penelitian dari orang lain, maka saya telah mencantumkan sumber yang jelas dalam daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Brawijaya, Malang.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa adanya paksaan dari pihak manapun.

Malang, 1 Januari 2021

Aprilia Dentasari
NIM. 175080101111023

IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : Analisis Logam Berat Tembaga (Cu) Pada Mangrove
Avicennia marina di Pantai Ekowisata Kampung Blekok
 Situbondo, Jawa Timur.

Nama Mahasiswa : Aprilia Dentasari

NIM : 175080101111023

Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

PENGUJI PEMBIMBING:

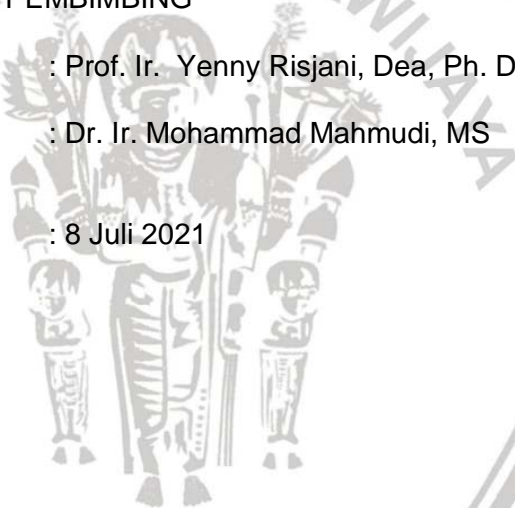
Pembimbing : Dr. Ir. Umi Zakiyah, M. Si.

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Dosen Penguji 1 : Prof. Ir. Yenny Risjani, Dea, Ph. D

Dosen Penguji 2 : Dr. Ir. Mohammad Mahmudi, MS

Tanggal Ujian : 8 Juli 2021



UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan dan membantu demi kelancaran penulisan sehingga proposal skripsi dengan judul “Analisis Logam Berat Tembaga (Cu) Pada mangrove *Avicennia marina* di Pantai Ekowisata Kampung Blekok Situbondo, Jawa Timur dapat terselesaikan. Maka dari itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat serta hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi
2. Kedua orang tua yaitu Bapak T. Suyanto dan Ibu Widatik yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan.
3. Ibu Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si dan asisten yang telah membimbing saya sehingga proposal ini dapat terselesaikan
4. Saudara yang selalu memberikan pelukan dan motivasi hangatnya.
5. Teman-teman yang sudah berteman sejak SD yang selalu menemani setiap perjalanan, meluangkan waktunya untuk mendengarkan cerita dan memotivasi.
6. Atantya dan Yesri yang sudah berperan besar dalam hidup saya.
7. Teman-teman Madagaskar yang selalu memberikan semangat, kasih sayang dan motivasi.
8. Teman-teman satu tim penelitian yang memberikan informasi dan motivasi.
9. Teman-teman mahasiswa Manajemen Sumberdaya Perairan angkatan 2017 yang selalu memberikan dukungan dan bantuan dalam penulisan laporan.

RINGKASAN

APRILIA DENTASARI. Analisis Logam Berat Tembaga (Cu) Pada Mangrove *Avicennia marina* di Pantai Ekowisata Kampung Blekok Situbondo, Jawa Timur (dibawah bimbingan **Dr. Ir. Umi Zakiyah, M. Si**)

Aktifitas manusia di dekat pesisir dapat berdampak pada wilayah pesisir. Dampak dari aktivitas manusia yaitu menghasilkan limbah, diantaranya limbah logam berat Cu. Tembaga (Cu) yang masuk ke lingkungan perairan dapat bersumber dari aktivitas manusia seperti buangan rumah tangga dari cairan pembersih lantai yang mengandung CuO. Sampah elektronik (e-waste) juga dapat menjadi penyumbang logam Cu karena tembaga digunakan pada barang elektronik, misalnya kabel dan kumparan. Logam Cu selain dari aktivitas rumah tangga juga dapat bersumber dari pertambangan dan pertanian. Logam Cu digunakan sebagai desinfektan dalam masa persiapan lahan budidaya dalam bentuk CuSO₄. Aktivitas pertanian untuk penyemprotan menggunakan pestisida. Pengecatan pada kapal-kapal di pelabuhan dapat menjadi sumber logam Cu karena cat mengandung logam Cu. Sumber logam Cu selain dari aktivitas manusia dapat berasal dari alam dari peristiwa pengikisan (*erosi*) dari batuan mineral, debu, dan partikel-partikel Cu yang ada dalam lapisan udara yang di bawa turun oleh hujan. Cu merupakan elemen mikro yang sangat dibutuhkan oleh organisme, baik darat maupun perairan, namun dalam jumlah yang sedikit. Logam berat Cu apabila jumlahnya melebihi baku mutu akan menjadi polutan yang berbahaya karena tidak dapat terurai secara alami dan cenderung terakumulasi dalam air, sedimen dasar perairan dan organisme. Organisme di wilayah pesisir yang memiliki kemampuan sebagai agen pengikat, perangkap logam berat dan mengurangi konsentrasi bahan pencemar di perairan adalah mangrove. Mangrove memiliki banyak spesies, satu diantara beberapa spesies yang memiliki kemampuan menyerap logam berat adalah Api-api (*Avicennia marina*). Kemampuan tumbuhan untuk mengakumulasi logam berat sesuai dengan urutan yaitu Mn > Cr > Cu > Cd > Pb. Mangrove api-api ini menyerap polutan pada bagian akar kemudian mentransfer ke bagian lain seperti batang, daun. Melalui akarnya, tumbuhan ini dapat menyerap logam-logam berat yang ada pada sedimen dan air. Mangrove *Avicennia marina* ini memiliki kemampuan beradaptasi pada salinitas sampai 90%. Berdasarkan hal ini, tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kandungan logam berat Cu pada air, sedimen dan akar mangrove *Avicennia marina*, mengetahui kemampuan penyerapan logam berat Cu pada akar mangrove *Avicennia marina* melalui perhitungan BCF (*Bio Concentration Factor*) dan menganalisis kondisi di sekitar mangrove *Avicennia marina* dilihat dari parameter kualitas air dan parameter sedimen.

Penelitian berlokasi di Pantai Ekowisata Kampung Blekok Situbondo, Jawa Timur pada tanggal 27 Maret 2021. Lokasi berdekatan dengan aktivitas manusia yaitu, pertanian, pertambangan, pelabuhan dan pemukiman. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder. Pengambilan sampel dan pengamatan dilakukan pada 4 stasiun, tiap stasiun terdiri dari 2 titik yang kemudian dikomposit. Stasiun 1 dipilih karena dekat dengan laut dan dermaga, dan, stasiun 2 berdekatan dengan Pelabuhan Panarukan dan tambak udang, stasiun 3 berdekatan dengan sungai dan pabrik kosmetik, dan stasiun 4 berdekatan dengan pemukiman, galangan kapal dan

pabrik kapas. Pengambilan sampel yang diambil secara langsung yaitu sampel logam berat Cu pada air, sedimen dan akar *Avicennia marina*, selain itu pengukuran parameter air (suhu, pH, salinitas) dan pH sedimen juga diukur serta diamati langsung dilokasi. Sampel air, sedimen dan akar *Avicennia marina* yang sudah diambil sebanyak 100 gram pada masing-masing sampel, kemudian di analisis menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrometry*) di Laboraturium Kimia Universitas Malang. Sampel analisis dengan AAS hanya diambil 2 gram dari 100 gram pada tiap sampel air, sedimen dan akar mangrove *Avicennia marina* pada tiap stasiunnya, sedangkan pengukuran tekstur sedimen dianalisis di Laboraturium Eksplorasi Sumberdaya Perikanan dan Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan.

Hasil penelitian kandungan logam berat Cu pada air laut di sekitar mangrove *Avicennia marina* berkisar 0,0036 ppm-0,0018ppm. Kandungan logam berat Cu pada sedimen berkisar 0,5465 ppm- 1,0768 ppm. Kandungan logam berat Cu pada akar berkisar 0,0916 ppm- 0,3786 ppm. Baku mutu air laut air laut untuk wisata bahari yaitu 0,05 ppm dab untuk biota laut yaitu 0,008 mg/l (Keputusan Mentri Lingkungan Hidup no. 51 tahun 2004). Baku mutu sedimeni yaitu 18,7 ppm (CCME). Hasil analisis menunjukkan kandungan logam berat Cu di Ekowisata Kampung Blekok Situbondo, Jawa Timur tergolong dibawah baku mutu pada air dan sedimen di sekitar mangrove *Avicennia marina*, sedangkan akar mangrove *Avicennia marina* diatas baku mutu. Hasil BCF (*Bio Concentration Factor*) berkisar anatar 0,0192-0,362. Nilai BCF masuk tipe BCF *excluder* atu BCF >1, artinya penyerapan mangrove api api terhadap logam terbatas. Parameter kualitas air menunjukkan nilai suhu berkisar anatar 28-38 °C. pH air berkisar 7,3-7,8 dan salinitas berkisar antara 18-35 ppt. Air laut memiliki nilai suhu yang melebihi kadar optimum untuk kehidupan mangrove yaitu diatas 35 °C pada stasiun 1 di kedua titik, sehingga dapat mempengaruhi metabolisme mangrove dan menurunkan konsentrasi logam berat Cu. pH semua stasiun masuk dalam kadar optimum, sehingga aman untuk akumulasi logam berat Cu dan pertumbuhan mangrove. Salinitas mellebihi kadar optimum di titik 3 yaitu 35ppt, namun masih aman untuk mangrove karena *Avicennia marina* memiliki toleransi yang baik terhadap salinitas yang tinggi. Tekstur sediemen pada keempat stasiun menunjukkan hasil partikel yaitu berpasir dengan pH sedimen berkisar 5,6-8,2. pH sedimen pada stasiun 4 menunjukkan hasil pH dibawah kadar optimum atau asam, sehingga dapat mempengaruhi keberadaan logam Cu. pH sedimen pada stasiun 2 menunjukkan nilai di atas kadar optimum pH sedimen mangrove, sehingga logam berat Cu sukar larut atau terakumulasi.

SUMMURY

APRILIA DENTASARI. Analysis of Heavy Metal Copper (Cu) in Mangrove *Avicennia marina* at Ecotourism Beach, Blekok Village, Situbondo, Java Timur
(The guidance of **Dr. Ir. Umi Zakiyah, M. Si**)

Human activities near the coast can have an impact on coastal areas. The impact of human activities is to produce waste, including heavy metal Cu waste. Copper (Cu) that enters the aquatic environment can be sourced from human activities such as household waste from floor cleaning fluids containing CuO. Electronic waste (electronic-waste) can also be a contributor to Cu metal because copper is used in goods, such as cables and coils. Cu metal apart from household activities can also be sourced from aquaculture and agriculture. Cu metal is used as a disinfectant in the preparation of cultivation land in the form of CuSO₄. Agricultural activities for spraying using pesticides. Painting on ships at the port can be a source of Cu metal because the paint contains Cu metal. Sources of Cu apart from human activity can be derived from the natural erosion of the event (erosion) of mineral rocks, dust, and particles of Cu contained in the layer of air that was brought down by rain. Cu is a micro element that is needed by organisms, both land and water, but in small amounts. Heavy metal Cu, if the amount exceeds the quality standard, will become a dangerous pollutant because it cannot decompose naturally and tends to accumulate in water, bottom sediments and organisms. Organisms in coastal areas that have the ability to act as binding agents, trap heavy metals and reduce the concentration of pollutants in the waters are mangroves. Mangroves have many species, one of which has the ability to absorb heavy metals is Api-api (*Avicennia marina*). The ability of plants to accumulate heavy metals according to the order of $Mn > Cr > Cu > Cd > Pb$. These mangrove plants absorb pollutants in the roots and then transfer them to other parts such as stems and leaves. Through their roots, these plants can absorb heavy metals in sediment and water. This mangrove *Avicennia marina* has the ability to adapt to salinity up to 90%. Based on this, the purpose of this study was to determine the heavy metal content of Cu in water, sediment and mangrove roots of *Avicennia marina*, to determine the ability to absorb heavy metal Cu in the roots of the mangroves *Avicennia marina* through the calculation of BCF (*Bio Concentration Factor*) and to analyze the conditions around the mangroves. *Avicennia marina* seen from water quality parameters and sediment parameters.

The research is located at the Ecotourism Beach of Kampung Blekok Situbondo, East Java on March 27, 2021. The location is close to human activities, namely agriculture, aquaculture, ports and settlements. The method used in this study uses primary and secondary data. Sampling and observations were carried out at 4 stations, each station consisting of 2 points which were then composited. Station 1 was chosen because it is close to the sea and the wharf, and, station 2 is adjacent to the Panarukan Harbor and shrimp ponds, station 3 is adjacent to the river and cosmetic factory, and station 4 is adjacent to settlements, shipyards and cotton factories. Sampling was taken directly, namely samples of heavy metal Cu in water, sediment and roots of *Avicennia marina*, in addition to measuring water parameters (temperature, pH, salinity) and sediment pH were also measured and observed directly at the location. water, sediment and roots of *Avicennia marina* 100 grams of were taken for each sample, then

analyzed using AAS (*Atomic Absorption Spectrometry*) at the Chemistry Laboratory, University of Malang. Sample analysis with AAS was only taken 2 grams from 100 grams in each sample of water, sediment and mangrove roots of *Avicennia marina* at each station, while the measurement of sediment texture was analyzed at the Laboratory of Exploration of Fisheries and Marine Resources, Faculty of Fisheries and Marine Sciences.

The results of the study that the content of heavy metal Cu in seawater around themangrove *Avicennia marina* ranged from 0.0036 ppm-0.0018ppm. The heavy metal content of Cu in the sediment ranged from 0.5465 ppm to 1.0768 ppm. The heavy metal content of Cu in the roots ranged from 0.0916 ppm to 0.3786 ppm. Seawater quality standard for marine tourism is 0.05 ppm and for marine biota, it is 0.008 mg/l (Minister of Environment Decree no. 51 of 2004). The sediment quality standard is 18.7 ppm (CCME). The results of the analysis showed that the heavy metal content of Cu in the Ecotourism Village of Blekok Situbondo, East Java was classified as not polluted in the water and sediment around themangrove *Avicennia marina*, while the roots of themangrove were *Avicennia marina* categorized as polluted. The results of BCF (*Bio Concentration Factor*) ranged between 0.0192-0.362. The value of BCF is included in the type of BCF *excluder* or BCF >1, meaning that the absorption of fire mangroves on metals is limited. The water quality parameter shows the temperature value ranging from 28-38 °C. The pH of the water ranges from 7.3 to 7.8 and the salinity ranges from 18-35 ppt. Sea water has a temperature value that exceeds the optimum level for the life of mangrove that is above 35 °C at station 1 in the second point, which can affect the metabolism of mangrove and lowering the concentration of heavy metals Cu. The pH of all stations is in the optimum level, so it is safe for accumulation of Cu heavy metals and mangrove growth. Salinity exceeds the optimum level at point 3, which is 35ppt, but it is still safe for mangroves because *Avicennia marina* has a good tolerance for high salinity. The texture of the sediment at the four stations shows the results of particles, namely sandy with a sediment pH ranging from 5.6 to 8.2. The pH of the sediment at station 4 shows that the pH is below the optimum level or acid, so that it can affect the solubility of Cu metal. The pH of the sediment at station 2 shows a value above the optimum pH level of the mangrove sediment, so that heavy metal Cu is difficult to dissolve or accumulate.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah robbil 'aalamin, segala puji hanyalah milik Allah SWT. Rabb semesta alam, yang telah meniupkan ruh iman islam ke dalam dada kita.

Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad saw. beserta keluarga, sahabat dan seluruh pengikutnya. Puji syukur atas segala rahmat dan karunia-Nya penulis bisa merampungkan usulan laporan skripsi yang berjudul **"Analisis Logam Berat Tembaga (Cu) Pada Mangrove (*Avicennia marina*) di Pantai Ekowisata Kampung Blekok Situbondo, Jawa Timur"**

sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.

Penulis mengucapkan terimakasih pada seluruh pihak termasuk Ibu Dr. Ir. Umi Zakiyah M. Si. Selaku dosen pembimbing yang membantu menyelesaikan dan mendampingi penyusunan laporan skripsi. Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari seluruh pihak yang bersifat membangun agar laporan skripsi ini dapat berguna bagi pihak yang membutuhkan.

Malang, 01 Januari 2021

Aprilia Dentasari

DAFTAR ISI

Halaman

PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
--------------------------------------	-----------

IDENTITAS TIM PENGUJI	iii
------------------------------------	------------

UCAPAN TERIMA KASIH	iv
----------------------------------	-----------

RINGKASAN	v
------------------------	----------

SUMMURY	vii
----------------------	------------

KATA PENGANTAR	ix
-----------------------------	-----------

DAFTAR ISI	x
-------------------------	----------

DAFTAR TABEL	xiii
---------------------------	-------------

DAFTAR GAMBAR	xiv
----------------------------	------------

DAFTAR LAMPIRAN	xv
------------------------------	-----------

BAB I. PENDAHULUAN	1
---------------------------------	----------

1.1 Latar Belakang	1
--------------------------	---

1.2 Rumusan Masalah	4
---------------------------	---

1.3 Maksud dan Tujuan	4
-----------------------------	---

1.4 Manfaat	5
-------------------	---

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	7
---------------------------------------	----------

2.1 Logam Berat	7
-----------------------	---

2.2 Logam Berat Tembaga (Cu)	8
------------------------------------	---

2.2.1 Sumber	8
--------------------	---

2.2.2 Mekanisme Logam Berat Masuk ke Dalam Tubuh Makhluk Hidup	10
--	----

2.2.3 Dampak Logam Berat Cu	10
-----------------------------------	----

2.3 Mangrove	12
--------------------	----

2.3.1 Fungsi Mangrove	13
-----------------------------	----

2.4 Mangrove <i>Avicennia marina</i>	14
--	----

2.5 Penyerapan Logam Berat Pada Akar Mangrove	16
---	----

2.6 Parameter Kualitas Air	17
----------------------------------	----

2.6.1 Suhu	18
------------------	----

2.6.2 pH	19
----------------	----

2.6.3	Salinitas.....	19
2.7	Sedimen.....	20
2.7.1	Tekstur Sedimen.....	21
2.7.2	pH Sedimen.....	22
BAB III. METODE PENELITIAN.....		24
3.1	Lokasi dan Waktu atau Jadwal Pelaksanaan.....	24
3.2	Materi Penelitian.....	25
3.3	Alat dan Bahan.....	25
3.4	Metode Penelitian.....	26
3.4.1	Data Penelitian.....	26
3.5	Penentuan Stasiun Pengamatan.....	27
3.6	Teknik Pengambilan Sampel.....	28
3.6.1	Pengambilan Sampel Akar Mangrove <i>Avicennia marina</i>	28
3.6.2	Pengambilan Sampel Air.....	29
3.6.3	Pengambilan Sampel Sedimen.....	29
3.7	Analisis Logam Berat Tembaga (Cu).....	30
3.7.1	Analisis Sampel Akar.....	30
3.7.2	Analisis Sampel Sedimen.....	31
3.7.3	Analisis Sampel Air.....	31
3.8	Pengukuran Kualitas Air.....	32
3.8.1	Suhu.....	32
3.8.2	Derajat Keasaman (pH).....	33
3.8.3	Salinitas.....	33
3.9	Pengukuran Sedimen.....	33
3.9.1	Tekstur Sedimen.....	34
3.9.2	Pengukuran pH Sedimen.....	35
3.10	Analisis Data.....	35
3.10.1	Analisis Nilai BCF.....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		38
4.1	Kondisi Lokasi Penelitian.....	38
4.2	Deskripsi Lokasi Pengambilan Sampel.....	39
4.3	Data Hasil Analisis Logam Berat Cu.....	43
4.3.1	Analisis Kandungan Cu pada Air disekitar Mangrove <i>Avicennia Marina</i>	43
4.3.2	Analisis Kandungan Cu pada Sedimen disekitar Mangrove <i>Avicennia Marina</i>	45

4.3.3 Analisis Kandungan Cu pada Akar Mangrove <i>Avicennia Marina</i>	47
4.4. Analisis Nilai BCF (<i>Bio Concentracion Factor</i>)	48
4.5 Parameter Kualitas Air	50
4.5.1 Suhu.....	50
4.5.2 pH.....	52
4.5.3 Salinitas	53
4.6 Parameter Sedimen	55
4.6.1 Tekstur Sedimen.....	55
4.6.2 pH Sedimen.....	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA.....	60
LAMPIRAN	70



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Klasifikasi Partikel Substrat	22
Tabel 2. Jadwal Pelaksanaan Penelitian	25
Tabel 3. Koordinat Titik 1 dan Titik 2 Stasiun 1	40
Tabel 4. Koordinat Titik 1 dan Titik 2 Stasiun 2	41
Tabel 5. Koordinat Titik 1 dan Titik 2 Stasiun 3	41
Tabel 6. Koordinat Titik 1 dan Titik 2 Stasiun 4	42
Tabel 7. Hasil Kandungan Logam Berat Cu pada Air, Sedimen dan Akar Mangrove <i>Avicennia marina</i>	43
Tabel 8. Standar Baku Mutu Logam Cu pada Sedimen	46
Tabel 9. Data Parameter Kualitas Air	50
Tabel 10. Data Tekstur Sedimen	55
Tabel 11. Perhitungan Sieve Shaker Titik 1.1	75
Tabel 12. Perhitungan dengan Segitiga Sheppard Titik 1.1	76
Tabel 13. Perhitungan Sieve Shaker Titik 1.2	76
Tabel 14. Perhitungan dengan Segitiga Sheppard Titik 1.2	76
Tabel 15. Perhitungan Sieve Shaker Titik 2.1	76
Tabel 16. Perhitungan dengan Segitiga Sheppard Titik 2.1	77
Tabel 17. Perhitungan Sieve Shaker Titik 2.2	77
Tabel 18. Perhitungan dengan Segitiga Sheppard Titik 2.2	77
Tabel 19. Perhitungan Sieve Shaker Titik 3.1	78
Tabel 20. Perhitungan dengan Segitiga Sheppard Titik 3.1	78
Tabel 21. Perhitungan Sieve Shaker Titik 3.2	78
Tabel 22. Perhitungan dengan Segitiga Sheppard Titik 3.2	79
Tabel 23. Perhitungan Sieve Shaker Titik 4.1	79
Tabel 24. Perhitungan dengan Segitiga Sheppard Titik 4.1	79
Tabel 25. Perhitungan Sieve Shaker Titik 4.2	80
Tabel 26. Perhitungan dengan Segitiga Sheppard Titik 4.2	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. (a) Bunga (b) Daun dan (c) Buah Mangrove <i>Avecennia marina</i>	15
Gambar 2. Struktur Akar (Karmana, 2008)	16
Gambar 3. Lokasi Penelitian di Pantai Ekowisata Kampung Blekok Situbondo, Jawa Timur (Google Hybrid, 2021).....	24
Gambar 4. Pengambilan Sampel Akar Mangrove <i>Avicennia Marina</i>	28
Gambar 5. Stasiun 1 (a) Titik Sampel 1 (b) Titik Sampel 2 (Dokumentasi Pribadi,	39
Gambar 6. Stasiun 2 (a) Titik Sampel 1 (b) Titik Sampel 2 (Dokumentasi Pribadi,	40
Gambar 7. Stasiun 3 (a) Titik Sampel 1 (b) Titik Sampel 2 (Dokumentasi Pribadi, 2021)	41
Gambar 8. Stasiun 4 (a) Titik Sampel 1 (b) Titik Sampel 2 (Dokumentasi Pribadi)	42
Gambar 9. Grafik Kandungan Logam Berat Cu pada Air	43
Gambar 10. Grafik Kandungan Logam Berat Cu pada Sedimen	45
Gambar 11. Grafik Cu pada Akar <i>Avicennia marina</i>	47
Gambar 12. Nilai BCF (Bioconcentration Factor).....	49
Gambar 13. Grafik Suhu (°C).....	51
Gambar 14. Grafik Derajat Keasaman	52
Gambar 15. Grafik Salinitas (ppt)	53
Gambar 16. Grafik pH Sedimen	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

Halaman

Lampiran 1. Alat dan Bahan Penelitian Analisis Logam Berat.....	70
Lampiran 2. Peta Satsiun Pengambilan Sampel.....	72
Lampiran 3. Hasil Uji AAS Logam Berat Tembaga (Cu).....	73
Lampiran 4. Perhitungan Nilai BCF	74
Lampiran 5. Perhitungan Tekstur Sedimen.....	75
Lampiran 6. Pengambilan Sampel dan Kondisi Lokasi Penelitian.....	81



BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Wilayah pesisir adalah daerah peralihan antara ekosistem darat dan laut yang dipengaruhi oleh perubahan di darat dan laut (Undang-Undang Republik Indonesia No. 1 Tahun 2007). Sumberdaya pesisir terdiri dari unsur hayati dan non hayati. Unsur hayati terdiri dari perikanan (plankton, benthos, ikan, moluska, crustacea, mamalia laut), hutan mangrove, terumbu karang, dan padang lamun. Unsur non hayati terdiri dari minyak, gas bumi, karang mati dan bahan tambang seperti timbal, timah, dan tembaga (Primyastanto *et al.*, 2010). Wilayah pesisir juga memiliki fungsi sebagai penyedia sumberdaya alam, penyedia jasa pendukung kehidupan, penyedia jasa kenyamanan dan sebagai penerima limbah dari aktivitas manusia (Asyiawati dan Akliyah, 2014).

Aktivitas manusia dalam memanfaatkan pesisir dapat mempengaruhi wilayah pesisir. Menurut Pinto (2015), aktivitas manusia yang dapat mempengaruhi wilayah pesisir meliputi kegiatan perikanan, kegiatan transportasi laut, kegiatan industri, pemukiman, dan kegiatan pertanian. Aktivitas-aktivitas manusia yang dilakukan bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan manusia, namun setiap perilaku dan aktivitas manusia berpengaruh terhadap lingkungannya. Dampak dari aktivitas ini yaitu menghasilkan limbah. Limbah yang dihasilkan oleh aktivitas manusia dapat masuk ke wilayah pesisir karena limbah akan bermuara ke laut. Laut merupakan tempat bermuaranya sungai, baik sungai besar maupun sungai kecil. Laut akan menjadi tempat berkumpulnya zat-zat pencemar yang terbawa oleh aliran sungai. Banyaknya limbah yang ada di laut, limbah logam berat merupakan limbah yang paling berbahaya karena bersifat toksik untuk organisme perairan maupun darat. Logam berat dapat

berpindah dari lingkungan ke organisme, dan dari organisme satu ke organisme lain melalui rantai makanan (Setiawan, 2013).

Logam berat merupakan polutan yang berbahaya karena tidak dapat terurai secara alami dan cenderung terakumulasi dalam air, sedimen dasar perairan dan organisme (Supriyantini dan Nirwani, 2015). Salah satu logam berat esensial yang keberadaannya dalam jumlah sedikit dibutuhkan oleh organisme perairan, namun dalam jumlah besar berbahaya untuk organisme perairan adalah tembaga (Cu) (Cahyani *et al.*, 2012). Sumber alami logam berat Cu adalah dari pengkisan (erosi) dari batuan mineral dan debu-debu yang mengandung partikulat Cu di udara yang kemudian dibawa oleh air hujan. Sumber Cu pada kegiatan manusia adalah limbah industri, galangan kapal dan rumah tangga. Salah satu sumber logam berat Cu yang berasal dari kegiatan rumah tangga adalah limbah dari cairan pembersih lantai yang mengandung CuO (Permata *et al.*, 2018).

Organisme perairan di lingkungan pesisir yang dapat menerima dampak langsung pencemaran logam berat diantaranya yaitu tanaman mangrove. Menurut Lose *et al.*, (2015), ekosistem mangrove dikenal sebagai hutan yang mampu hidup beradaptasi pada lingkungan pesisir yang sangat ekstrim, namun keberadaannya rentan terhadap perubahan lingkungan. Mangrove memiliki fungsi sebagai biofilter, agen pengikat dan perangkap polutan. Mangrove dapat mengurangi konsentrasi bahan pencemar yang terdapat di perairan. Mangrove merupakan perangkap alami polutan, dapat juga menjadi perangkap Cu yang terdapat di perairan (Dewi *et al.*, 2018). Tumbuhan mangrove mampu mengambil logam berat melalui penyerapan dari akar, setelah itu tumbuhan dapat melepas senyawa kelat, seperti protein dan glikosida yang berfungsi mengikat logam kemudian dikumpulkan ke jaringan tubuh kemudian di salurkan ke batang, daun dan bagian lainnya (Ali dan Rina, 2012). Mangrove memiliki banyak spesies, satu

diantara beberapa spesies yang memiliki kemampuan menyerap logam berat adalah Api-api (*Avicennia marina*). Mangrove api-api ini menyerap polutan pada bagian akar kemudian mentransfer ke bagian lain seperti daun. Melalui akarnya, tumbuhan ini dapat menyerap logam-logam berat yang ada pada sedimen dan air. *Avicennia marina* memiliki akar nafas (*pneumatofora*) yang terlihat seperti garis paku panjang dan padat yang keluar dari sedimen. Mangrove ini mampu beradaptasi pada salinitas yang tinggi (Harlyan *et al.*, 2015). *Avicennia marina* mampu tumbuh dengan baik pada salinitas yang mendekati tawar sampai dengan 90% (Harison dan Romdania, 2020).

Daerah yang menjadi salah satu kawasan yang berdekatan dengan aktivitas manusia yaitu Pantai Ekowisata Kampung Blekok Situbondo, Jawa Timur. Menurut Dewi (2020), Kabupaten Situbondo merupakan salah satu daerah di Jawa Timur yang memiliki kawasan hutan mangrove di sepanjang bibir pantai bagian barat Situbondo yang dikenal dengan Pantai Blekok. Jenis-jenis mangrove yang terdapat di Pantai Ekowisata Kampung Blekok Situbondo yaitu *Sonneratia alba*, *Sonneratia caseolaris*, *Avicennia alba*, *Avicennia marina*, *Acanthus ilicifolius*, *Acrosthrum aureum*, *Rhizopora mucronata*, *Rhizopora apiculata*, *Rhizopora stylosa*, *Thepesia populnea*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Ceriops tagal*, *Excoecaria agallocha* dan *Xylocarpus granatum* (Dinas Lingkungan Hidup Situbondo). Aktivitas manusia di sekitar lokasi yaitu pemukiman, pelabuhan, dermaga, pertanian, pertambangan dan pabrik kapas dan kosmetik. Banyaknya aktivitas yang dilakukan oleh industri pariwisata yang banyak menghasilkan limbah domestik. Keberadaan logam Cu yang berasal dari kegiatan industri pariwisata banyak bersumber dari cairan pembersih lantai yang mengandung CuO dan yang dihasilkan dari cat-cat pelapis kapal (Yanthy *et al.*, 2013). Tumbuhan mangrove yang mendominasi dan tersebar di semua area sehingga dapat digunakan sebagai pembanding pada tiap stasiunnya serta memiliki

kemampuan penyerapan yang baik terhadap logam berat Cu yaitu mangrove *Avicennia marina*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, bahwa di perairan Pantai Ekowisata Blekok Situbondo yang terletak di sekitar lokasi pemukiman, pelabuhan, pertambakan, pertanian dan aliran sungai yang dapat menjadi sumber pencemaran logam berat tembaga serta belum adanya penelitian mengenai logam berat pada akar mangrove di Pantai Ekowisata Kampung Blekok, maka diperlukan penelitian analisis logam berat tembaga (Cu) pada mangrove *Avicennia marina* di Pantai Ekowisata Kampung Blekok dan dilakukan pengukuran parameter kualitas air dan sedimen untuk mengetahui kondisi lingkungan di sekitar tumbuhan mangrove *Avicennia marina*.

1. Bagaimana kandungan logam berat tembaga (Cu) di sekitar mangrove *Avicennia marina* pada air, sedimen dan akar di Pantai Ekowisata Kampung Blekok Situbondo, Jawa Timur?
2. Bagaimana kemampuan penyerapan logam berat tembaga (Cu) pada akar mangrove *Avicennia marina* berdasarkan perhitungan *Bio Concentration Factor* (BCF) di Pantai Ekowisata Kampung Blekok Situbondo, Jawa Timur?
3. Bagaimana parameter kualitas air dan struktur sedimen di sekitar mangrove *Avicennia marina* di Pantai Ekowisata Kampung Blekok Situbondo, Jawa Timur?

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian skripsi ini yaitu untuk menganalisis logam berat tembaga (Cu) pada air, sedimen dan akar mangrove api-api (*Avicennia marina*)

di Pantai Ekowisata Kampung Blekok Situbondo, Jawa Timur. Adapun tujuan dilaksanakan penelitian skripsi ini yaitu:

1. Menganalisis kandungan logam berat tembaga (Cu) pada air, sedimen dan akar mangrove *Avicennia marina* di Pantai Ekowisata Kampung Blekok Situbondo, Jawa Timur.
2. Menganalisis kemampuan penyerapan logam berat Cu pada akar mangrove *Avicennia marina* di Pantai Ekowisata Kampung Blekok Situbondo, Jawa Timur.
3. Menganalisis kondisi di sekitar mangrove *Avicennia marina* dilihat dari parameter kualitas air dan sedimen di Pantai Ekowisata Kampung Blekok Situbondo, Jawa Timur.

1.4 Manfaat

Manfaat dari pelaksanaan penelitian ini diharapkan dapat berguna bagi:

1. Lembaga Perguruan Tinggi

Manfaat penelitian analisis logam berat tembaga (Cu) pada air, sedimen dan akar mangrove *Avecennia marina* yaitu dapat dijadikan sebagai sumber informasi keilmuan mengenai kandungan logam berat tembaga pada air, sedimen dan akar serta penyerapan logam berat tembaga pada akar mangrove jenis *Avecennia marina* sehingga dapat digunakan untuk pembelajaran dan mencari solusi pengelolaan logam berat terhadap sumberdaya hayati di wilayah pesisir seperti mangrove.

2. Mahasiswa

Manfaat penelitian analisis logam berat tembaga (Cu) pada air, sedimen dan akar mangrove *Avecennia marina* pada mahasiswa yaitu:

- a. Menambah wawasan dan pengetahuan serta sebagai sumber informasi mengenai limbah di perairan dan mengandung logam berat tembaga

pada air, sedimen dan akar serta penyerapan logam berat tembaga pada akar mangrove *Avecennia marina*.

b. Mengaplikasikan penerapan ilmu pengetahuan yang telah diperoleh di bangku perkuliahan.

c. Melalui penelitian ini mahasiswa mampu memberikan informasi mengenai analisis logam berat tembaga pada air, sedimen dan akar mangrove *Avicennia marina* kepada instansi seperti Dinas Lingkungan Hidup dan dapat dijadikan sebagai bahan penelitian lebih lanjut.

3. Lembaga atau Instansi Terkait

Manfaat dari hasil penelitian ini diharapkan bisa memberikan informasi kepada instansi terkait seputar:

- Mengetahui kandungan logam berat tembaga (Cu) pada air, sedimen dan akar mangrove *Avicennia marina*
- Memberikan informasika mengenai penyerapan logam berat tembaga (Cu) pada akar mangrove *Avicennia marina*
- Menjadi sumber informasi bagi pemerintah untuk mengambil kebijakan mengenai pengelolaan lingkungan wilayah pesisir yang berlokasi di Pantai Ekowisata Kampung Blekok Situbondo, Jawa Timur.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logam Berat

Logam adalah zat dengan konduktivitas tinggi listrik, kelenturan dan kilau, yang dapat kehilangan trons pemilu mereka untuk membentuk kation. Logam berat tergolong kriteria yang sama dengan logam lainnya, yang membedakan adalah pengaruh yang dihasilkan saat logam berat berikatan atau masuk ke dalam organisme. Logam berat adalah unsur logam yang mempunyai berat jenis (*specific gravity*) lebih dari 5,0 g/cm³ dan mempengaruhi lingkungan dan organisme hidup (Adhani dan Husaunu, 2017). Logam berat dapat dibedakan menjadi logam berat esensial dan logam berat non esensial. Logam berat esensial adalah logam berat yang dibutuhkan dalam membantu proses fisiologi makhluk hidup dengan jalan enzim atau pembentuk organ dari makhluk dalam jumlah tertentu, namun dalam jumlah yang berlebih dapat menimbulkan efek beracun, sebagai contoh terdiri dari Zn, Cu, Fe, Co, Mn dan Se. Logam berat non esensial adalah logam berat yang beracun (*toxic metal*) yang keberadaannya dalam tubuh makhluk hidup masih belum diketahui manfaatnya, contohnya terdiri dari Hg, Pb, Cd, Cr dan As (Siagian *et al.*, 2019).

Logam berat merupakan komponen alami yang terdapat di kulit bumi yang tidak dapat didegradasi ataupun dihancurkan dan merupakan zat yang berbahaya karena dapat terjadi bioakumulasi (Agustina, 2014). Bioakumulasi adalah total akumulasi logam dalam jaringan organisme sebagai hasil serapan dari semua sumber dan merupakan jumlah keterpaparan logam ke dalam tubuh organisme melalui semua jalur (pakan atau serapan dari air sekitar) (Budiyanto, 2013). Keberadaan logam berat dapat terakumulasi dalam air, sedimen dan memasuki organisme (Maddusa *et al.*, 2017). Logam berat yang dapat

terakumulasi ini berasal dari dua sumber, yaitu proses alamiah dan hasil aktivitas manusia. Proses alami, seperti bahan kerak bumi yang mengalami pelapukan dan aktivitas vulkanik yang membusuk (Kurniawan dan Aunurohim, 2014). Sumber ke dua yaitu hasil aktivitas manusia yaitu penggunaan pestisida, pemupukan, limbah rumah tangga dan industri (limbah cair). (Susanti *et al.*, 2014).

2.2 Logam Berat Tembaga (Cu)

Tembaga adalah logam berat yang masuk periode 4 Tabel periodik unsur kimia. Nomor atomnya 29, berat atom 65,5 g/mol, berat jenis 8,96 g/cm³, titik leleh 1083 °C dan titik didih 2595 °C (Handayanto *et al.*, 2017). Tembaga merupakan logam berat yang memiliki warna kemerahan, mudah regang, dan mudah ditempa. Tembaga merupakan konduktor panas dan listrik yang sangat baik. Logam berat ini dapat memantulkan cahaya merah dan oranye serta menyerap cahaya frekuensi lain pada spektrum tampak. Tembaga akan membentuk permukaan film kehijauan secara perlahan pada udara lembab. Permukaan film tersebut disebut *patina* yang berfungsi sebagai lapisan pelindung logam dari kerusakan lebih lanjut (Irianti, 2017). Tembaga termasuk logam berat esensial karena keberadaannya dalam tubuh sangat sedikit untuk proses fisiologi organisme. Logam berat tembaga (Cu) dibutuhkan tubuh, jika kelebihan dapat mengganggu kesehatan atau mengakibatkan keracunan (Natadisastra *et al.*, 2018). Tembaga dalam badan perairan laut dapat ditemukan dalam bentuk senyawa seperti CuCO₃ dan CuOH (Palar, 1994).

2.2.1 Sumber

Sumber tembaga di perairan dapat berasal dari peristiwa pengikisan (erosi) dari batuan mineral, debu, dan partikel-partikel Cu yang ada dalam lapisan udara yang di bawa turun oleh hujan. Tembaga (Cu) masuk ke lingkungan

perairan juga diakibatkan dari aktivitas manusia seperti buangan limbah industri yang mengandung Cu, campuran bahan pengawet, industri pengolahan kayu, dan buangan rumah tangga. Sumber logam berat Cu yang berasal dari kegiatan rumah tangga yaitu limbah dari cairan pembersih lantai yang mengandung CuO (Arjuna *et al.*, 2019). Sampah elektronik dari aktivitas rumah tangga dapat menjadi sumber tembaga. Sampah elektronik terkandung material, logam dan mengandung pula bahan berbahaya dan beracun (B3) yang dapat menyebabkan pencemaran dan kerusakan lingkungan jika sampah elektronik tidak dikelola dengan baik. Komponen peralatan listrik dan elektronik bekas maupun limbahnya mengandung bahan berbahaya dan beracun, yaitu logam berat seperti tembaga, zinc, timbal, perak, dan tembaga (Ali dan Sultoni, 2019). Tembaga banyak digunakan pada berbagai barang elektronik, barang-barang tersebut mengandung kadar tembaga yang cukup tinggi. Proses pembuatan barang elektronik ini dibantu dengan padatan kristal. Kristal $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ atau padatan kristal biru ini dapat dibuat dengan mereaksikan tembaga dengan asam sulfat dan asam nitrat yang kemudian dipanaskan hingga terbentuk kristal. Pemanfaatan dari $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (tembaga sulfat pentahidrat) sangat luas yaitu sebagai fungisida yang merupakan pestisida yang berfungsi membunuh atau menghambat cendawan akibat penyakit, reagen analisa kimia, sintesis senyawa organik, pelapisan anti foking pada kapal, sebagai kabel tembaga, elektromagnet, papan sirkuit, solder bebas timbal, dan magneton dalam oven microwave. (Fitrony *et al.*, 2013).

Aktivitas manusia seperti kegiatan pertanian, perikanan, maupun galangan kapal beserta kegiatan dipelabuhan juga dapat menjadi sumber logam Cu. Logam Cu sering digunakan sebagai desinfektan dalam masa persiapan lahan budidaya dalam bentuk CuSO_4 . Senyawa CuSO_4 selanjutnya akan mengalami akumulasi pada media dasar. Sinar matahari yang masuk ke daam perairan akan

berakibat pada naiknya suhu kolom air yang akan mengaktifkan kembali logam Cu yang bersifat toksik, sehingga organisme budidaya mengalami gangguan pertumbuhan atau perkembangan bahkan akan mengakibatkan kematian bila keberadaannya berlebihan (Yulianto *et al.*, 2006). Logam Cu selain pada desinfektan untuk lahan budidaya juga terdapat dalam aktivitas pertanian. Kegiatan pertanian seperti penyemprotan menggunakan pestisida dan dalam bahan pengawet kayu serta cat anti karat pada lambung kapal (Falah *et al.*, 2018). Kegiatan pelabuhan merupakan salah satu aktivitas yang dapat menjadi sumber Cu dalam perairan (Utami, *et al.*, 2018). Selain dari cat, buangan oli dan tumpahan minyak dapat menjadi sumber logam berat Cu pada aktivitas pelabuhan (Purwiyanto, 2013).

2.2.2 Mekanisme Logam Berat Masuk ke Dalam Tubuh Makhluk Hidup

Ada 2 mekanisme masuk logam berat ke dalam tubuh makhluk hidup, yaitu secara langsung dan tidak langsung. Mekanisme secara langsung terjadi melalui penyerapan logam berat terlarut oleh organisme yang melakukan proses penyerapan air dan nutrisi ke dalam tubuh. Mekanisme ini berlaku pada tumbuhan air, yang menyerap unsur-unsur hara untuk proses metabolisme, melalui proses difusi. Mekanisme tidak langsung logam berat dapat masuk ke dalam tubuh organisme hidup (seperti fitoplankton, kerang) melalui rantai makanan (Puspasari, 2006). Logam berat dapat terakumulasi melalui rantai makanan, semakin tinggi tingkatan rantai makanan yang ditempati oleh suatu organisme, akumulasi logam berat di dalam tubuhnya juga semakin bertambah.

Manusia yang merupakan konsumen puncak, akan mengalami proses bioakumulasi logam berat yang besar di dalam tubuhnya (Hananingtyas, 2017).

2.2.3 Dampak Logam Berat Cu

Dampak yang ditimbulkan dari adanya logam berat dalam perairan tergantung dari jumlah logam berat dalam air dan sedimen, daya toksik dan

konsentrasinya dalam lingkungan (Hidayah *et al.*, 2014). Logam berat yang ada pada perairan suatu saat akan turun dan mengendap pada dasar perairan, membentuk sedimentasi dan hal ini akan mempengaruhi kelangsungan hidup organisme di dalamnya dimana biota laut yang mencari makan di dasar perairan (udang, kerang, kepiting) akan memiliki peluang yang sangat besar untuk terkontaminasi logam berat. Organisme akuatik dalam keadaan lingkungan yang tercemar mengakibatkan terhambatnya sistem enzim (*enzim inhibitor*). Logam berat merupakan salah satu bahan pencemar toksik yang dapat mengakibatkan kematian (*lethal*) maupun bukan kematian (*sublethal*) seperti terganggunya pertumbuhan, tingkah laku dan karakteristik morfologi berbagai organisme akuatik. Kadar Cu pada jaringan beberapa binatang lunak (*Molusca*) misalnya ditemukan pada kerang kecil yang hidup dalam air yang terkontaminasi tembaga (Cu) yang terikat oleh sel leukosit, sehingga menyebabkan kerang tersebut berwarna kehijau-hijauan (Mu'nisa dan Nurham, 2010).

Organisme akuatik yang terkontaminasi oleh logam berat kemudian di konsumsi masyarakat di sekitar perairan dapat membahayakan masyarakat. (Utami *et al.*, 2018). Logam berat Cu dalam jumlah besar dapat menyebabkan anemia, kerusakan hati, ginjal, perut, dan iritasi usus pada manusia (Handayanto *et al.*, 2017). Toksisitas logam tembaga pada manusia, khususnya anak-anak biasanya terjadi karena tembaga sulfat (CuSO_4). Gejala keracunan tembaga yaitu sakit perut, mual, muntah, diare dan beberapa kasus yang parah dapat menyebabkan gagal ginjal dan kematian. Hati tidak dapat mengeluarkan tembaga ke dalam darah atau ke dalam empedu, akibatnya kadar tembaga dalam darah rendah, tetapi tembaga terkumpul dalam otak, mata dan hati, sehingga menyebabkan *sirosis*. Pengumpulan tembaga dalam kornea mata menyebabkan terjadinya cincin emas atau emas kehijauan. Gejala awal

biasanya merupakan akibat dari kerusakan otak yang berupa tremor (gemetar), sakit kepala, dan sulit berbicara (Wetipo *et al.*, 2013).

2.3 Mangrove

Mangrove berasal dari kata *mangue* (bahasa Portugis) yang berarti tumbuhan, dan *grove* (bahasa Inggris) yang berarti belukar (Dahuri, 2003). Hutan mangrove (hutan bakau) merupakan suatu sistem kehidupan di alam mencerminkan keterkaitan organisme dengan lingkungan di wilayah pesisir, hutan yang tumbuh di air payau dengan lingkungan berkadar garam tinggi dan yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Hutan mangrove dapat dikatakan sebagai vegetasi pantai tropis dan subtropis yang didominasi oleh beberapa spesies mangrove yang mampu tumbuh dan berkembang pada daerah pasang surut, berlumpur dan berpasir. Mangrove dapat tumbuh pada kondisi pantai yang terlindungi, relatif tenang dan mendapat sedimen dari muara sungai. Mangrove sulit tumbuh di wilayah pesisir yang terjal dan berombak besar dengan arus pasang surut yang kuat, karena kondisi ini tidak memungkinkan terjadinya pengendapan lumpur yang diperlukan sebagai substrat bagi pertumbuhan mangrove (Supriyanti, 2017). Jenis-jenis tumbuhan mangrove, diantaranya adalah api-api (*Avicennia* sp.), bakau (*Rhizophora* sp.), tanjang atau lindur (*Bruguiera* sp.), dan bogem atau pedada (*Sonneratia* sp.) (Ernianingsih, *et al.*, 2014).

Karakteristik mangrove umumnya dapat tumbuh dalam 4 zona yaitu pada daerah terbuka, daerah tengah, daerah yang memiliki sungai berair payau sampai hampir tawar serta daerah ke arah daratan yang memiliki air tawar. Mangrove terbuka berada pada bagian yang berhadapan dengan laut, mangrove tengah terletak di belakang mangrove zona terbuka. Mangrove payau berada disepanjang sungai berair payau hingga hampir tawar, serta mangrove daratan

berada di zona perairan payau atau hampir tawar di belakang jalur hijau mangrove yang sebenarnya (Noor *et al*, 2006). Mangrove memiliki beberapa sifat khusus di lihat dari kepentingan keberadaan dan perannya dalam ekosistem sumberdaya alam, yaitu letak mangrove terbatas pada lokasi-lokasi tertentu dan luasnya terbatas, peranan ekologis dari ekosistem mangrove bersifat khas berbeda dengan peranan ekosistem hutan lainnya, serta hutan mangrove mempunyai potensi hasil yang bernilai ekonomis tinggi (Suhendrata, 2001).

2.3.1 Fungsi Mangrove

Fungsi hutan mangrove dapat dibedakan menjadi tiga macam yaitu fungsi fisik, fungsi ekologis dan fungsi ekonomis. Fungsi hutan mangrove secara fisik yaitu menjaga kestabilan garis pantai dan tebing sungai dari erosi atau abrasi, mempercepat perluasan lahan dengan adanya jerapan endapan lumpur yang terbawa oleh arus ke kawasan hutan mangrove, mengendalikan laju air laut sehingga air sumur di sekitarnya menjadi lebih tawar, melindungi daerah dibelakang mangrove dari gelombang, angin kencang dan tsunami. Fungsi hutan secara ekologis yaitu tempat mencari makan (*feeding ground*), tempat memijah (*spawning ground*) dan tempat berkembang biak, serta sebagai penyerap karbon (Setiawan, 2013). Fungsi hutan secara ekonomi, yaitu menyediakan bahan baku untuk kepentingan manusia dalam berproduksi, seperti kayu, arang, bahan pangan, bahan kosmetik, bahan pewarna, penyamak kulit, sumber pakan ternak dan lebah (Ritohardoyo dan Ardi, 2014).

Peran mangrove dalam menunjang kegiatan perikanan pantai dibagi menjadi dua. Pertama, mangrove berperan penting dalam siklus hidup jenis ikan, udang dan moluska karena lingkungan mangrove menyediakan perlindungan dan makanan berupa bahan organik yang masuk ke dalam rantai makanan. Kedua, mangrove merupakan pemasok bahan organik, sehingga dapat menyediakan makanan untuk organisme yang hidup pada perairan sekitarnya.

Fungsi mangrove yang lain yaitu kemampuan mangrove untuk mengembangkan wilayahnya ke arah laut merupakan salah satu peran penting mangrove dalam pembentukan lahan baru. Vegetasi mangrove secara keseluruhan dapat merangkap sedimen serta akarnya mampu mengikat dan menstabilkan substrat lumpur (Noor, et al., 2006). Akar mangrove selain dapat mengikat substrat juga dapat mengingat atau menyerap logam berat yang ada di air dan sedimen. Kemampuan tumbuhan mangrove mengakumulasi logam berat paling tinggi terdapat di bagian akarnya (Kariada, 2014). Mangrove dapat digunakan sebagai indikator untuk mendeteksi pencemaran logam berat yang terjadi di dalam ekosistem mangrove maupun ekosistem sekitarnya (Manikasari dan Mahayani, 2018). Mangrove merupakan salah satu jenis tanaman yang mampu menetralkan logam berat yang masuk kedalam tubuh sehingga disebut tumbuhan *Hiperakumulator* (Sanadi et al., 2018).

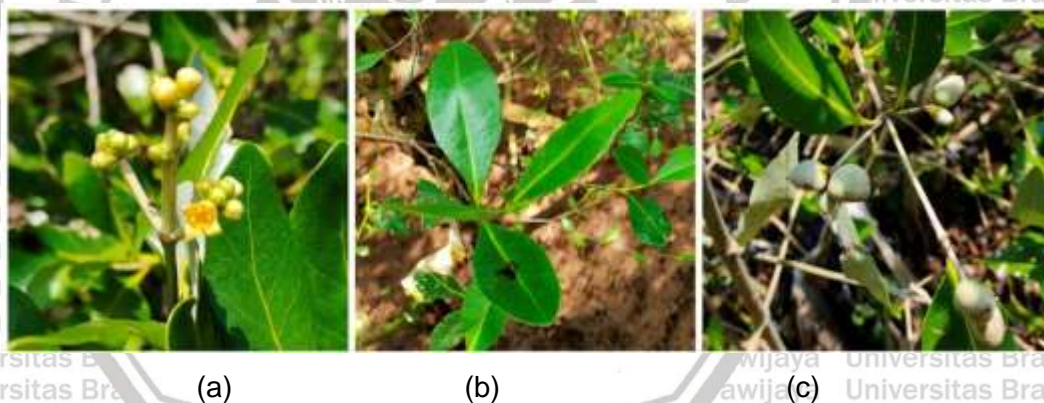
2.4 Mangrove *Avicennia marina*

Menurut Puspayanti et al., (2013), mangrove *Avicennia marina* dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisio : Magnoliophyta
Class : Magnoliopsida
Ordo : Scrophulariales
Familia : Verbenaceae
Genus : *Avicennia*
Species : *Avicennia marina*

Nama lain dari *Avicennia marina* adalah api-api putih, api-api abang, sia-sia putih, sei-sei, pejapi, nyapi, hajusia dan pai. *Avicennia marina* memiliki pohon yang tumbuh tegak atau menyebar, ketinggian pohon mencapai 30 meter.

Memiliki sistem perakaran horizontal yang rumit dan berbentuk pensil, akar nafasnya tegak dengan sejumlah lentisel. Kulit kayu halus dengan bercak-bercak hijau abu. Ranting muda dan tangkai daun berwarna kuning, tidak berbulu. Daun berbentuk elips, bulat memanjang, ujungnya meruncing hingga membundar. Ukuran daunnya kurang lebih 9 x 4,5cm. Bunganya seperti trisula dan bergerombol muncul di ujung tandon. Buahnya agak membulat, berwarna hijau agak keabu-abuan. Permukaan buah berambut halus dan ujung buah agak tajam seperti paruh. Mangrove *Avecennia marina* memiliki kemampuan menempati dan tumbuh pada berbagai habitat pasang surut. Akarnya dapat membantu pengikatan sedimen dan mempercepat proses pembentukan tanah timbul. Manfaat dari mangrove ini, daunnya digunakan untuk mengatasi kulit terbakar, daun sebagai makanan ternak dan kayu menghasilkan bahan kertas (Noor *et al.*, 2006).



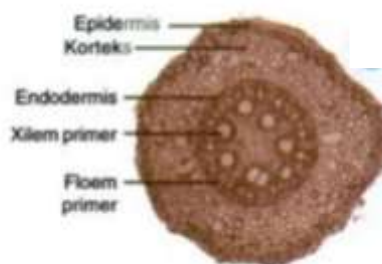
Gambar 1. (a) Bunga (b) Daun dan (c) Buah Mangrove *Avecennia marina* (Dokumentasi Pribadi, 2021)

Manfaat *avicennia marina* mengandung senyawa bioaktif yang dapat digunakan sebagai obat herbal untuk mengobati berbagai macam gangguan biologis seperti sebagai antioksidan, antitumor, antiinflammatory, antialergi, antimikroba, antiageing, anticholinergic, anticonvulsant, antiatherosclerotic dan antituberculin. Mangrove ini lebih efektif digunakan sebagai antibakteri dibandingkan anti jamur (Danata dan Yamindago, 2014). *Avicennia marina* juga

berfungsi untuk mengakumulasi logam berat. Bagian tubuh mangrove yang memiliki akumulasi logam berat yang tinggi terjadi pada akar. Tanaman *avicennia marina* mempunyai sistem akar *rizhosphere* yang mengandung saluran udara tebal sehingga berfungsi untuk menyerap bahan toksik lain di antaranya dengan melemahkan efek racun melalui pengenceran (dilusi), yaitu dengan menyimpan banyak air untuk mengencerkan konsentrasi logam berat dalam jaringan tubuhnya (Rokhmalia *et al.*, 2017). Tumbuhan *Avicennia marina* mampu mengakumulasi logam berat Cu pada bagian akar yaitu akar nafas (Jupriyati *et al.*, 2013).

2.5 Penyerapan Logam Berat Pada Akar Mangrove

Air merupakan media yang sangat baik dalam penyerapan dan perpindahan logam berat, sehingga mempunyai potensi untuk dicemari oleh unsur-unsur logam berat. Air yang bersih saja tidak cukup untuk menjamin telah terbebas dari logam berat (Kariada, 2014). Logam berat yang masuk ke lingkungan perairan akan terlarut dalam air dan akan terakumulasi dalam sedimen dan tumbuhan. Logam berat yang ada di darat akan turun ke perairan dan mengendap pada dasar perairan dan membentuk sedimentasi (Setiawan, 2013). Logam berat selain dapat terakumulasi dalam sedimen juga dapat terakumulasi dalam organ mangrove seperti akar.



Gambar 2. Struktur Akar (Karmana, 2008)

Penyerapan tertinggi terjadi dari di akar, karena penyerapan logam berat yang ada di air dan sedimen pertamakali diserap oleh akar. Akar menyerap air, dimana di air terdapat ion-ion yang akan ikut masuk ke akar. Ion yang terserap tidak hanya ion hara esensial tetapi juga non esensial (Khairuddin *et al.*, 2018).

Proses penyerapan logam berat tembaga (Cu) yang dilakukan oleh akar disebut dengan *rhizofiltrasi*. Tumbuhan mengeluarkan senyawa organik dan enzim melalui akar yang disebut eksudat akar (cairan yang dikeluarkan melalui akar tanaman). Daerah *rhizofe* merupakan lingkungan yang sangat baik untuk tempat tumbuhnya mikroba dalam tanah. Mikroba tersebut akan mempercepat proses *rhizofiltrasi*. Logam masuk pada jaringan akar melalui epidermis kemudian menuju sel-sel korteks yang agak berpori (Falah *et al.*, 2020). Gerakan melalui kortek dibatasi oleh bahan dari *strip kaspari*. Air dan zat terlarut setelah melalui kortek kemudian masuk ke endodermis. Endodermis memiliki peran sebagai jalur air dan zat terlarut dari korteks menuju silinder pusat (*stele*). Silinder pusat ini terbentuk dari jaringan pembuluh atau pengangkut yaitu xilem dan floem. Air yang diserap oleh akar kemudian bergerak pada xilem dan akan di transfer ke dedaunan (Tinsley, 1979). Upaya pencegahan keracunan logam terhadap sel dan jaringan, tumbuhan mempunyai mekanisme detoksifikasi, misalnya dengan menimbun logam di dalam organ tertentu seperti akar. Adanya akumulasi logam merupakan usaha yang dilakukan tumbuhan dengan mengumpulkan dalam satu organ. Logam di dalam sel tumbuhan melewati plasmalema, sitoplasma dan vakuola, logam akan terakumulasi dalam vakuola. Bagian vakuola menjaga agar logam tidak menghambat metabolisme tumbuhan. (Falah *et al.*, 2020).

2.6 Parameter Kualitas Air

Kualitas air mengacu pada sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat, energi atau komponen dalam air lainnya. Kualitas air dinyatakan dalam

beberapa parameter, yaitu parameter fisika seperti suhu, parameter kimia seperti pH, salinitas, dan logam (Nurchahyo, 2018). Pengukuran parameter fisika kimia perlu dilakukan pada penelitian ini untuk mengetahui kondisi kualitas air laut di sekitar mangrove *Avicennia marina*. Parameter fisika yang diukur yaitu suhu, sedangkan parameter kimia yaitu pH dan salinitas.

2.6.1 Suhu

Suhu adalah ukuran derajat panas atau dingin suatu benda. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu disebut termometer (Supu *et al.*, 2016). Suhu permukaan laut merupakan salah satu parameter air laut dan berperan penting dalam menganalisis fenomena fisik yang terjadi di laut, oleh karena itu data tentang perubahan suhu permukaan laut merupakan indikator utama yang digunakan sebagai acuan untuk menduga segala fenomena fisik yang terjadi di laut seperti *upwelling*, *downwelling* dan *front* (Suhana, 2018). Nilai suhu di lapisan permukaan laut yang normal berkisar antara 20-30°C. Suhu air di permukaan perairan laut Indonesia umumnya berkisar 28-31°C, sebaran suhu air laut disuatu perairan dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain radiasi sinar matahari, letak geografis perairan, sirkulasi arus, kedalaman laut, angin dan musim (Patty, 2013).

Suhu air mempunyai pengaruh penting pada kehidupan biota air, terutama dalam proses metabolisme. Kenaikan suhu akan menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh biota air, namun pada saat yang sama peningkatan suhu mengakibatkan turunnya oksigen terlarut dalam air. Oleh karena itu suhu air yang cenderung tinggi, tetap perlu diwaspadai untuk menjamin agar biota air tetap dapat hidup dan berkembang biak (Dewi *et al.*, 2018). Suhu selain berpengaruh pada biota air juga berpengaruh terhadap limbah logam berat di air. Kenaikan suhu air yang lebih dingin akan

memudahkan logam berat mengendap ke sedimen. Sementara suhu yang tinggi, senyawa logam berat akan larut dalam air (Masriadi *et al.*, 2019).

2.6.2 pH

pH adalah jumlah konsentrasi ion Hidrogen (H^+) yang menyatakan tingkat keasaman dan kebasaan yang dimiliki. pH merupakan besaran disisi dan diukur pada skala 0 sampai 14. pH kurang dari 7 bersifat asam, pH sama dengan 7 bersifat netral, sedangkan pH lebih dari 7 bersifat basa (Ngafifuddin dan Sunarno, 2017). Air laut mempunyai kemampuan menyangga yang sangat besar untuk mencegah perubahan pH. Tinggi rendahnya pH suatu perairan sangat dipengaruhi oleh kadar CO_2 yang terlarut dalam perairan tersebut. Aktivitas fotosintesa merupakan proses yang sangat menentukan kadar CO dalam suatu perairan (Salim *et al.*, 2017).

Perubahan pH sedikit saja dari pH alami akan mengganggu keseimbangan kadar CO_2 yang dapat membahayakan biota laut. pH air laut permukaan di Indonesia berkisar antara 6 -8,5. Nilai pH dipengaruhi oleh fluktuasi kandungan Oksigen (O_2) maupun karbon dioksida (CO_2). Sehingga kadar pH dapat dijadikan indikator baik atau buruknya suatu perairan (Rukminasari dan Awaluddin, 2014). semakin tinggi nilai pH akan menurunkan nilai kandungan logam berat dalam perairan. Sebaliknya semakin rendah nilai pH atau di bawah nilai 6 akan meningkatkan toksisitas logam berat (Syamsuddin, 2014).

2.6.3 Salinitas

Salinitas adalah derajat konsentrasi garam yang terlarut dalam air (Salim *et al.*, 2017). Nilai salinitas wilayah laut Indonesia umumnya berkisar antara 28-33 ‰. Perbedaan nilai salinitas air laut dapat disebabkan oleh fenomena pencampurana (*mixing*) yang disebabkan oleh gelombang atau gerakan massa air yang ditimbulkan oleh hembusan angin (Patty dan Nebuchadnezzar, 2018). Tinggi rendahnya nilai salinitas pada air laut dipengaruhi oleh banyak faktor,

seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai (Patty *et al.*, 2020). Selain itu faktor kedalaman juga mempengaruhi nilai salinitas, nilai salinitas akan bertambah seiring bertambahnya kedalaman. Nilai salinitas menjadi rendah salah satu faktornya karena tercampurnya antara massa air laut dan air tawar (Sidabutar *et al.*, 2019).

Salah satu faktor lingkungan yang sangat berpengaruh bagi pertumbuhan mangrove adalah kondisi salinitas (Matatula *et al.*, 2019).

Perubahan salinitas secara spasial tidak berpengaruh langsung terhadap vegetasi tetapi dapat membahayakan biota lain yang berasosiasi dengan vegetasi. Peningkatan salinitas dapat menyebabkan kematian bagi biota termasuk fitoplankton sebagai penghasil oksigen, akibatnya kandungan oksigen terlarut di perairan dapat mengalami penurunan (Schadu, 2018). Salinitas selain mempengaruhi vegetasi mangrove dan biota laut juga berpengaruh pada limbah logam berat. Salinitas juga mempunyai pengaruh pada toksisitas pada logam berat. Salinitas menentukan tingkat bioakumulasi dalam perairan, pada salinitas rendah akumulasi akan meningkat, karena pada salinitas tinggi menyebabkan konsentrasi logam berat berkurang. Partikel organik membentuk gumpalan sehingga akan mempercepat pengendapan logam berat dan memperlambat proses bioakumulasi pada organisme (Fadel *et al.*, 2018).

2.7 Sedimen

Sedimen berasal dari bahasa latin *sedimentum* yang artinya endapan.

Faktor-faktor yang mengontrol terbentuknya sedimen adalah iklim, topografi, vegetasi dan juga susunan yang ada dari batuan. Faktor yang mengontrol pengangkutan sedimen adalah air, angin dan juga gaya gravitasi. Sedimen dapat terangkut baik oleh air, angin, dan bahkan salju (Mawardi, 2016). Sedimen berasal dari dekomposisi batuan, mencakup seluruh proses batuan yang rusak

atau pecah menjadi butiran-butiran kecil tanpa perubahan substansi kimiawi.

Dekomposisi merupakan pemecahan komponen mineral batuan oleh reaksi kimia (Hambali dan Apriyanti, 2016). Proses sedimentasi ini terjadi melalui dua tahap, tahap pertama pada saat pengikisan, air membawa batuan mengalir ke sungai, danau, dan akhirnya sampai di laut. Tahap selanjutnya pada saat kekuatan pengangkutannya berkurang atau habis, batuan diendapkan di daerah aliran air.

Hal ini juga dapat disebut sebagai transport sedimen. Transpor sedimen merupakan gerakan sedimen dari satu daerah yang disebabkan oleh gelombang dan arus yang dibangkitkannya menuju daerah lain (Hutari *et al.*, 2018)

2.7.1 Tekstur Sedimen

Tekstur sedimen terdiri dari fraksi pasir (*sand*), lumpur (*silt*), dan liat (*clay*).

Substrat dasar terdiri dari bermacam tipe, yaitu lumpur, lumpur berpasir, pasir, dan berbatu. Daerah pesisir dengan kecepatan arus dengan gelombang yang lemah cenderung memiliki substrat berlumpur. Tipe substrat menentukan jumlah dan jenis organisme benthik di suatu perairan. Substrat pasir cenderung memudahkan untuk bergeser dan bergerak ke tempat lain. Substrat lumpur biasanya mengandung sedikit oksigen dan karena itu organisme yang hidup didalamnya harus dapat beradaptasi pada keadaan ini. Permukaan substrat dasar akan lebih banyak terdapat nutrisi dan kandungan oksigen yang berguna bagi hewan makrobenthos (Putri *et al.*, 2016). Karakteristik sedimen merupakan faktor pembatas terhadap pertumbuhan mangrove. Misalnya jika komposisi sedimen lebih banyak liat (*clay*) dan lumpur (*silt*) maka tegakan menjadi lebih rapat. Dataran estuarin ditumbuhi oleh mangrove karena ada sinergis (timbal balik), satu sisi tumbuhan mampu tumbuh lebat, agresif, cepat menyebar, tetapi disisi lain dengan akarnya (rapat, tenunan akar) dapat menangkap sedimen (lumpur) sehingga terjadi endapan (Aini *et al.*, 2016). Klasifikasi partikel substrat dapat dilihat pada **Tabel 1**, dibawah ini:

Tabel 1. Klasifikasi Partikel Substrat

No	Klasifikasi	Ukuran Partikel (mm)
1	Kerikil	2-4
2	Pasir sangat kasar	1-2
3	Pasir kasar	0,5-1
4	Pasir sedang	0,25-0,5
5	Pasir halus	0,125-0,25
6	Pasir sangat halus	0,063-0,125
7	Lumpur	<0,063

Sumber: Arbi (2016).

2.7.2 pH Sedimen

pH sedimen sangat penting bagi tanaman dalam menentukan mudah tidaknya unsur-unsur hara diserap oleh tanaman, hal ini menunjukkan kemungkinan adanya unsur-unsur beracun yang dapat mempengaruhi aktivitas organisme. Reaksi tanah yang penting karena dengan mengetahui pH maka dapat pula diketahui apa yang akan diberikan pada tanaman, baik pupuk maupun bahan organik lainnya serta jumlah kadar air untuk pertumbuhan tanaman. Vegetasi mangrove keberadaannya sangat berkaitan erat dengan derajat keasaman (pH) dan bahan organik total dalam sedimen (Putra *et al.*, 2017). Derajat keasaman (pH) sedimen mempengaruhi transportasi dan keberadaan nutrisi yang diperlukan tanaman. pH sedimen menentukan mudah tidaknya unsur-unsur hara diserap tanaman, pada umumnya unsur hara mudah diserap tanaman pada pH sedimen sekitar netral karena pada pH tersebut kebanyakan unsur hara mudah larut dalam air (Arisandy *et al.*, 2012).

Nilai pH dipengaruhi oleh faktor fisik sedimen, konsentrasi bahan-bahan organik yang ada di sedimen. Semakin kecil ukuran butiran sedimen, pH semakin rendah (asam). Ukuran butiran sedimen yang besar maka pH semakin

naik (basa). Perubahan nilai pH dalam sedimen mempengaruhi metabolisme pada mikroorganisme. Mikroorganisme sangat peka terhadap perubahan nilai pH dalam perairan (Hastuti, 2011). Logam berat Cu mudah larut pada pH kurang dari 5. Nilai pH 6,5-7 adalah pH yang ideal atau normal. pH yang rendah akan menyebabkan logam berat menjadi bersifat racun (Supriyantini dan Endrawati, 2015).



BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu atau Jadwal Pelaksanaan

Lokasi penelitian dilaksanakan di Pantai Ekowisata Kampung Blekok Situbondo, Jawa Timur. Peta Lokasi dapat dilihat pada **Gambar 3**. Waktu penelitian dilaksanakan pada 27 Maret 2021. Sampel yang diambil pada lokasi yaitu sampel air, sedimen, akar mangrove *Avicennia marina* dan pengukuran kualitas air seperti suhu, pH serta salinitas yang dilakukan langsung di lokasi. Pengukuran tekstur sedimen dilakukan di Laboratorium Eksplorasi Sumberdaya Perikanan dan Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK) sedangkan pH sedimen dilakukan pengukuran di lokasi penelitian. Analisis logam berat tembaga (Cu) menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Negeri Malang. Adapun jadwal pelaksanaan kegiatan penelitian pada **Tabel 1**.



Gambar 3. Lokasi Penelitian di Pantai Ekowisata Kampung Blekok Situbondo, Jawa Timur (Google Hybrid, 2021)

Tabel 2. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Desember				Januari				Maret				April			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Survei Lokasi																
2	Pembuatan Proposal																
3	Seminar Proposal																
4	Pelaksanaan Penelitian																
5	Penyusunan Laporan																

3.2 Materi Penelitian

Materi penelitian ini mengenai logam berat tembaga (Cu) pada air, sedimen dan akar mangrove *Avicennia marina*. Pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan pada empat stasiun dengan satu kali pengulangan. Penelitian analisis logam berat ini dilakukan dengan mengambil sampel pada air, sedimen dan akar mangrove, kemudian diidentifikasi konsentrasi logam berat tembaga dengan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Pengukuran parameter kualitas air pada sampel yang diamati menggunakan dua parameter yaitu parameter fisika seperti suhu dan parameter kimia yaitu pH, salinitas, sedangkan pada sedimen dilakukan pengamatan mengenai tekstur sedimen dan pH sedimen.

3.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini untuk membantu mengambil dan memperoleh data lapang yang dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

3.4 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode deskriptif. Metode penelitian deskriptif bertujuan untuk memberikan gambaran atau deskripsi tentang suatu keadaan secara objektif. Penelitian ini dirancang untuk memecahkan atau menjawab permasalahan yang sedang dihadapi pada situasi saat ini. Rancangan penelitian deskriptif bertujuan untuk menjelaskan atau mendeskripsikan masalah penelitian yang terjadi berdasarkan karakteristik orang, tempat dan waktu (Zacharias, *et al.*, 2019). Penelitian deskriptif tidak hanya memberikan gambaran terhadap fenomena, tetapi juga menjelaskan hubungan, membuat prediksi, serta memahami maknanya dan akibat dari suatu masalah terhadap objek penelitian yang akan dipecahkan (Zohrahayaty, 2019).

3.4.1 Data Penelitian

Data penelitian pada penelitian ini didapat dari dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder.

a. Data Primer

Data primer merupakan sumber data penulisan yang diperoleh dilapang yang dilakukan secara langsung. Teknik pengumpulan data, untuk mendukung penulisan dapat dilakukan dengan wawancara, angket, observasi atau penelitian lapang (Widjono, 2007). Data ini tidak tersedia sebelumnya, sehingga peneliti harus mengumpulkan data guna memperoleh hasil riset yang diinginkan (Winerungan, 2013). Data primer yang diambil pada penelitian ini yaitu sampel air, sedimen dan akar mangrove *Avicennia marina* untuk mengetahui konsentrasi logam berat tembaga (Cu). Pengukuran kualitas air laut di sekitar mangrove *Avicennia Marina* seperti suhu, pH dan salinitas. Pengukuran sedimen berupa testkur sedimen dan parameter pH sedimen.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan informasi yang diperoleh secara tidak langsung (Husain, 2018). Kelebihan dari data sekunder terletak pada waktu dan uang yang dapat dihemat oleh peneliti. Data sekunder merupakan data data yang dapat ditemukan dengan cepat dan bersumber dari literatur, artikel, maupun dari sumber penelitian terkait (Rokhmah, 2012). Data untuk mendukung penelitian ini merupakan data yang diperoleh dari artikel atau jurnal dan buku terkait.

3.5 Penentuan Stasiun Pengamatan

Penentuan stasiun ditentukan dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Menurut Heridiansyah, (2012), *purposive sampling* yaitu sampel yang diambil dengan cara subjek bukan dengan cara strata, random tetapi didasarkan atas adanya tujuan tertentu. Penentuan stasiun pengamatan dalam penelitian ini didasarkan atas tujuan tertentu seperti lokasi stasiun yang berdekatan dengan sumber pencemaran logam berat Cu. Stasiun pengamatan yang diamati yaitu sebanyak 4 stasiun, di mana setiap stasiunnya akan diambil sampel di sekitar mangrove *Avicennia marina* pada bagian akar, sedimen dan air. Stasiun pengamatan pertama dipilih karena berdekatan dengan laut dan dermaga. Stasiun kedua dipilih karena dekat dengan Pelabuhan Panarukan dan tambak Udang. Stasiun ketiga dipilih karena berdekatan dengan sungai dan pabrik kosmetik. Stasiun keempat dipilih karena dekat dengan pemukiman, galangan kapal nelayan dan pabrik kapas. Lokasi pengambilan sampel ditentukan menggunakan bantuan *Google earth*, sedangkan untuk mengetahui koordinat lokasi ditentukan menggunakan bantuan GPS (*Global Positioning System*).

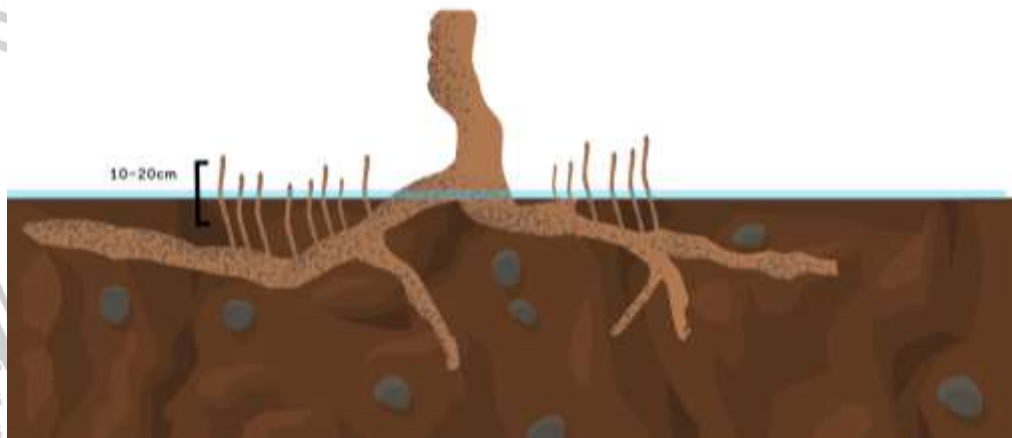
Pembuatan peta lokasi stasiun dibantu dengan bantuan QGIS yang dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

3.6 Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan di sekitar mangrove *Avicennia marina* yang diambil pada bagian akar, sedimen dan air. Satu stasiun terdiri dari dua titik atau transek pengambilan sampel. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara mencampur sampel yang diambil pada transek 1 dan 2 yang diambil pada stasiun yang sama untuk mewakili area penelitian. Menurut Awaliyah *et al.*, (2018), sampel mangrove *Avicennia marina* diambil dengan menggunakan transek ukuran 5 m x 5 m pada jarak 10 meter setiap transek.

Peggunaan transek untuk menghindari pengambilan pohon yang sama pada dua titik dalam stasiun yang sama.

3.6.1 Pengambilan Sampel Akar Mangrove *Avicennia marina*



Gambar 4. Pengambilan Sampel Akar Mangrove *Avicennia Marina*

Pengambilan sampel akar dilakukan disekitar tumbuhan mangrove *Avicennia marina* dan dapat dilihat pada **gambar 4**. Pengambilan akar mangrove dilakukan pada saat kondisi surut untuk mempermudah pengambilan sampel. Sampel diambil pada dua titik menggunakan transek setiap stasiunnya.

Menurut Sugiyanto *et al.*, (2016), pengambilan sampel akar mangrove *Avicennia marina* yaitu sebagai berikut:

1. Mengambil akar mangrove *Avicennia marina*, yang digunakan adalah akar napas yang terletak di atas tanah.
2. Mengambil sampel dengan menggunakan alat potong, kemudian ditimbang berat sampel sebanyak ± 100 gr setelah dikomposit.
3. Memasukkan sampel ke dalam plastik, setelah itu sampel dimasukkan ke dalam *cool box*.
4. Memberikan label nama pada tiap sampel akar mangrove *Avicennia marina* kemudian di analisis dengan menggunakan ASS di laboratirium kimia FMIPA Universitas Negeri Malang.

3.6.2 Pengambilan Sampel Air

Pengambilan sampel akar dilakukan disekitar tumbuhan mangrove *Avicennia marina*. Menurut Sugiyanto *et al.*, (2016), pengambilan sampel air mangrove *Avicennia marina* yaitu sebagai berikut:

1. Mengambil sampel air pada kedalaman ± 30 cm dari permukaan air laut.
2. Memasukkan sampel ke dalam wadah botol berukuran 600ml, kemudian dimasukan ke dalam *cool box* dan diberi label. Sampel yang sudah diamankan pada *cool box* kemudian dilakukan uji konsentrasi logam berat tembaga di Laboraturium FMIPA Universitas Negeri Malang.

3.6.3 Pengambilan Sampel Sedimen

Pengambilan sampel sedimen dilakukan di sekitar tumbuhnya mangrove *Avicennia marina*. Pengambilan sampel sedimen dilakukan pada saat kondisi surut. Sampel diambil sebanyak satu kali pengulangan, dengan tiap stasiunnya terdiri dari dua titik pengambilan atau 2 transek. Menurut Sugiyanto *et al.*, (2016), pengambilan sampel sedimen disekitar mangrove *Avicennia marina* sebagai berikut:

1. Mengambil sampel sedimen dengan menggunakan *core sample* (pipa paralon). Pengambilan sampel sedimen dilakukan dengan memasukkan pipa paralon sampai kedalaman 30 cm.

2. Memasukkan sampel sedimen ke dalam plastik, kemudian dimasukkan ke dalam *cool box*. Sampel di analisis dengan menggunakan AAS. Uji konsentrasi logam berat tembaga menggunakan AAS berlokasi di laboratorium kimia FMIPA Universitas Negeri Malang.

3.7 Analisis Logam Berat Tembaga (Cu)

Analisis sampel yang terdiri dari air, sedimen dan akar mangrove *Avicennia marina* terlebih dahulu dilakukan preparasi sebelum dilakukan proses *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) di laboratorium kimia FMIPA Universitas Negeri Malang. Menurut Supriyantini *et al.*, (2017), sampel air, sedimen dan akar di sekitar mangrove dianalisis kandungan logam berat Cu dengan cara di preparasi agar mengurangi gangguan yang disebabkan oleh bahan organik dan mengubah logam berat tembaga yang berasosiasi dengan partikulat menjadi ion logam bebas sehingga dapat ditentukan kadarnya dengan AAS.

3.7.1 Analisis Sampel Akar

Menurut Dewi *et al.*, (2018), sebelum dilakukan analisis menggunakan metode AAS dilakukan preparasi sampel akar, dengan tahapan sebagai berikut:

1. Memotong sampel akar sampai berukuran kecil-kecil, kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 60°C selama 3-4 hari.
2. Menghaluskan sampel akar menggunakan blender, kemudian ditimbang sebanyak 2 gram.
3. Mengabukan sampel selama 4 jam dengan suhu 550°C, setelah menjadi abu didestruksi asam.

4. Mencampurkan aquades sebanyak 30ml, ditambah HNO_3 10ml dan dididihkan.
5. Memanaskan sampel yang sudah dididih selama 10 menit, kemudian didinginkan.
6. Memasukkan kedalam labu takar dan disaring menggunakan kertas saring,
7. Menambah aquades hingga volume 50 ml, kemudian homogenkan selama 1 menit.
8. Menganalisis sampel menggunakan AAS dengan panjang gelombang 235,5 nm dan catat hasilnya dengan satuan ppm.

3.7.2 Analisis Sampel Sedimen

Menurut Dewi *et al.*, (2018), sebelum dilakukan analisis menggunakan metode AAS dilakukan preparasi sampel sedimen, dengan tahapan sebagai berikut:

1. Menyiapkan sampel sedimen sebanyak 30ml, kemudian ditambah dengan 10ml aquades dan HNO_3 .
2. Memanaskan sampel sampai mendidih, kemudian dipanaskan lagi 10 menit.
3. Memasukkan sampel kedalam labu takar dan disaring menggunakan kertas saring.
4. Menambah aquades hingga volume 50 ml, kemudian homogenkan selama 1 menit.
5. Menganalisis sampel menggunakan AAS dengan panjang gelombang 235,5 nm dan catat hasilnya dengan satuan ppm.

3.7.3 Analisis Sampel Air

Menurut Dewi *et al.*, (2018), sebelum dilakukan analisis menggunakan metode AAS dilakukan preparasi sampel air, dengan tahapan sebagai berikut:

1. Menyiapkan sampel air sebanyak 100ml ditambah dengan larutan HNO_3 .

2. Memanaskan sampel larutan sampai mendidih, kemudian tetap panaskan dengan gelas penutup dibuka (penguapan). Menguapkan hingga volume mencapai 50ml.
3. Memindahkan sampel ke dalam labu takar dan disaring menggunakan kertas saring.
4. Menambahkan aquades pada sampel hingga mencapai 50ml, dan dihomogenkan.
5. Menganalisis sampel menggunakan AAS dengan panjang gelombang 235,5 nm dan catat hasilnya dengan satuan ppm.

3.8 Pengukuran Kualitas Air

Pengukuran kualitas air pada perairan merupakan hal yang penting untuk dilakukan, khususnya di perairan pesisir yang umumnya rentan terhadap pencemaran perairan (Saraswati *et al.*, 2017). Pengukuran kualitas perairan, bertujuan untuk mengetahui nilai kualitas perairan berdasarkan parameter fisika dan kimia, kemudian membandingkan hasil pengukuran kualitas air dengan baku mutu yang sesuai dengan peruntukannya (Effendi, 2003). Penelitian ini melakukan pengukuran parameter fisika dan kimia yang terdiri dari suhu, pH dan salinitas yang dilakukan di permukaan air laut. Pengukuran parameter kualitas air pada sampel bertujuan untuk mengetahui kualitas air disekitar mangrove *Avicennia marina*.

3.8.1 Suhu

Pengukuran suhu perairan air laut menggunakan alat yaitu *thermometer*. Menurut Mainassy (2017), pengukuran suhu menggunakan *thermometer* yaitu sebagai berikut:

1. Menyiapkan *termometer*.

2. Mencilupkan *termometer* ke dalam sampel air sampai skala yang tertera pada layar stabil.

3. Mencatat angka yang keluar pada layar.

3.8.2 Derajat Keasaman (pH)

Derajat Keasaman (pH) perairan diukur menggunakan pH meter. Menurut Sumtati *et al.*, (2018), pengukuran pH menggunakan pH meter yaitu sebagai berikut:

1. Melepas penutup pH meter.

2. Mencilupkan pH meter ke dalam air sampel sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.

3. Mencatat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari pH meter.

3.8.3 Salinitas

Pengukuran salinitas dapat menggunakan refraktrometer. Menurut Tison *et al.*, (2016), pengukuran salinitas menggunakan refraktrometer yaitu sebagai berikut:

1. Mengkalibrasi refraktrometer dengan *aquades* dan dikeringkan dengan tisu.

2. Meneteskan air sampel di bagian prisma refraktrometer dengan pipet tetes.

3. Melakukan pembacaan skala dari *eye pieces*.

4. Mengamati angka pada refraktrometer, angka yang menunjukkan salinitas pada refraktrometer ditunjukkan dengan batasan warna biru dan putih.

5. Mencatat hasil angka dari pembacaan refraktrometer.

3.9 Pengukuran Sedimen

Pengukuran sedimen dilakukan dengan mengambil sampel sedimen di sekitar vegetasi mangrove *Avicennia marina*. Sampel sedimen diambil pada 4 stasiun, setiap stasiun terdiri dari dua titik dengan satu kali pengulangan.

Pengukuran sedimen ini dilakukan untuk mengetahui tekstur sedimen di sekitar mangrove dan pH sedimen. Sampel sedimen yang sudah diambil akan diamankan dalam *cool box* kemudian akan dianalisis teksturnya di Laboratorium Eksplorasi Sumberdaya Perikanan dan Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK) sedangkan pH sedimen di ukur di lokasi dengan bantuan pH meter.

3.9.1 Tekstur Sedimen

a. Pengambilan Sampel Sedimen

Pengambilan sampel sedimen dilakukan untuk mengetahui tekstus sedimen. Menurut Mahmudi *et al.*, (2018), teknik pengambilan sampel sediemen dilakukan dengan cara mengambil sampel sediemen menggunakan grab.

Berikut langkah-langkahnya:

1. Menggali sedimen dengan cetok sampai kedalaman 30 cm.
2. Mengambil sebagian tanah hasil galian dan masukkan ke wadah plastik.
3. Memberi keterangan pada wadah plastik sebagai label tanggal pengambilan.

b. Penentuan Tekstur Sedimen dengan Analisis Saringan

Menurut Apriyantoro *et al.*, (2016), langkah-langkah pengayakan sebagai berikut:

1. Menimbang sampel sedimen yang telah dikeringkan sebanyak 200gram.
2. Mengayak sampel seberat 200 gram dengan menggunakan *sieve shaker* dengan saringan bertingkat berdiameter 2mm, 0,5mm, 0,312mm, 0,125mm, 0,063mm kemudian sampel pada masing-masing tingkat ditimbang.
3. Melakukan perhitungan.
4. Mengolah data hasil perhitungan menggunakan segitiga *sheppard*. Segitiga *sheppard* dapat dilihat pada **Lampiran 4**.

c. Rumus Perhitungan

Menurut Kusuma *et al.*, (2013), rumus persentase berat yang tertahan adalah sebagai berikut:

$$\% \text{Berat Tertahan} = \frac{\text{Berat Tertahan}}{\text{Berat Total Sampel}} \times 100\%$$

3.9.2 Pengukuran pH Sedimen

Pengukuran derajat keasaman (pH) sedimen diukur menggunakan alat *soil tester*. Menurut Wali *et al.*, (2020), prosedur pengukuran pH sedimen, sebagai berikut:

1. Menancapkan ujung alat pada sedimen hingga batas tertera.
2. Melihat jarum *soil tester* bergerak pada angka stabil.
3. Mencatat nilai sedimen.

3.10 Analisis Data

Analisis data adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk memproses dan menganalisis data yang telah terkumpul. Penulis menggunakan analisis kuantitatif dimana merupakan suatu bentuk analisis yang diperuntukkan bagi data yang dapat dikelompokkan ke dalam kategori angka-angka (Jaya, 2020).

Analisis data logam berat tembaga (Cu) pada akar mangrove *Avicennia marina*, sedimen dan air akan dibandingkan hasilnya dengan baku mutu. Analisis data ini dianalisis menggunakan *Bioconcentration Factor* (BCF) untuk mengetahui perbandingan penyerapan akar pada sedimen dan akar pada air terhadap logam

Cu.

3.10.1 Analisis Nilai BCF

Bioconcentration factor (BCF) atau faktor biokonsentrasi digunakan untuk mengetahui kemampuan mangrove dalam mengakumulasi logam berat Cu.

Mekanisme akumulasi logam berat pada organisme akuatik dapat diketahui dengan cara menghitung nilai *Bioconcentration factor* (BCF) atau faktor biokonsentrasi. Biokonsentrasi artinya masuknya bahan pencemar secara langsung dari air oleh makhluk hidup melalui jaringan (Amelia *et al.*, 2019). Perhitungan *bioconcentration factor* (BCF) atau faktor biokonsentrasi adalah konsentrasi logam berat dalam suatu organisme dibagi dengan konsentrasi logam berat dalam medium organisme tersebut (Agustina *et al.*, 2019). Menurut Puspita *et al.*, (2013), perhitungan faktor biokonsentrasi menggunakan rumus sebagai berikut:

$$BCF = \frac{\text{Logam berat di akar}}{\text{Logam berat di sedimen atau air}}$$

Menurut Rachmawati *et al.*, (2018), nilai BCF (*Bioconcentration Factor*) dapat dibagi menjadi tiga kategori, yaitu:

1. Akumulator : Nilai BCF > 1
2. Indikator : Nilai =1
3. Excluder : Nilai BCF < 1

Nilai *Bioconcentration Factor* digunakan untuk mengetahui kemampuan tumbuhan dalam menyerap logam di lingkungannya. Nilai BCF >1, maka logam berpotensi terakumulasi dalam tumbuhan dan patut di pertimbangkan sebagai tumbuhan akumulator logam. Tumbuhan akumulator merupakan tumbuhan yang mampu menyerap zat pencemar dalam tubuhnya (Irwanto dan Mangkoedihardjo, 2015). Nilai BCF =1 atau disebut dengan indikator, yaitu tanaman yang mentoleransi keberadaan konsentrasi logam dengan menghasilkan senyawa pengikat logam dengan menyimpan logam pada bagian yang tidak sensitif. Nilai BCF <1 atau excluder, tanaman yang secara efektif mencegah logam berat

memasuki area bagian atas tanaman, namun konsentrasi logam di sekitar area perakaran masih tinggi (Santana *et al.*, 2018).



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Lokasi Penelitian

Penelitian analisis logam berat Cu pada mangrove *Avicennia marina* berlokasi di Situbondo Jawa Timur. Menurut Mudhari (2018), Situbondo merupakan kabupaten di Jawa Timur yang terletak pada koordinat $7^{\circ} 35' - 7^{\circ} 44' \text{ LS}$ dan $113^{\circ} 30' - 114^{\circ} 42' \text{ BT}$ dengan luas daerah 1.669,87 km². Kabupaten Situbondo juga merupakan salah satu wilayah di Provinsi Jawa Timur yang memiliki potensi kelautan dan perikanan. Kabupaten Situbondo terletak di pesisir pantai utara Provinsi Jawa Timur. Kabupaten Situbondo memiliki luas wilayah laut sebesar 1.142,4 km (Wibowo *et al.*, 2020).

Salah satu ekowisata laut di Kabupaten Situbondo yang memiliki daerah konservasi hutan mangrove yaitu Kampung Blekok. Kampung Blekok adalah salah satu daerah konservasi hutan mangrove di Kabupaten Situbondo berbasis ekowisata sejak tahun 2017 yang dikelola oleh Pemerintah Kabupaten Situbondo yaitu Dinas Lingkungan Hidup Situbondo. Kampung Blekok berlokasi di Desa Klatakan Kecamatan Kendit Kabupaten Situbondo. Penamaan Kampung Blekok karena kawasan mangrove di kampung ini merupakan habitat burung air terutama dari jenis *Ardeidae* (blekok). Lokasi ini memiliki beragam jenis mangrove dengan luas sekitar 6.4 hektar (Insani *et al.*, 2019). Jenis mangrove yang ada di lokasi yaitu *Sonneratia alba*, *Sonneratia caseolaris*, *Avicennia alba*, *Avicennia marina*, *Acanthus ilicifolius*, *Acrosthrum aureum*, *Rhizopora mucronata*, *Rhizopora apiculata*, *Rhizopora stylosa*, *Thepesia populnea*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Ceriops tagal*, *Excoecaria agallocha* dan *Xylocarpus granatum*. Kampung Blekok dimanfaatkan masyarakat sekitar untuk kegiatan pariwisata, pertambakan, dan pemukiman. Masyarakat sekitar memiliki mata

pencaharian utama yaitu sebagai nelayan dan bekerja di tambak. Tambak yang berada di sekitar Kampung Blekok yaitu tambak udang dan tambak garam.

4.2 Deskripsi Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan sampel dilakukan di empat stasiun, tiap stasiunnya dilakukan pengambilan pada dua titik. Lokasi pengambilan sampel stasiun 1 dapat dilihat pada **Gambar 5**, lokasi tersebut merupakan lokasi yang berdekatan dengan laut dan dermaga.



Gambar 5. Stasiun 1 (a) Titik Sampel 1 (b) Titik Sampel 2 (Dokumentasi Pribadi, 2021)

Lokasi pengambilan sampel pada stasiun 1 memiliki 2 titik pengambilan sampel yang berjarak 10 meter. Koordinat pada titik 1 dan titik 2 dapat dilihat pada **Tabel 3**. Transportasi yang digunakan untuk menuju stasiun 1 yaitu menggunakan perahu, karena harus menyebrangi sungai dan tidak adanya jalan atau jembatan untuk akses langsung. Sedimen di dekat sungai dalam kondisi berlumpur sehingga ketika akan memasuki lokasi pengambilan sampel perlu berhati hati saat berjalan agar kaki tidak terjerat lumpur. Sedimen di lokasi pengambilan sampel. Kondisi di stasiun 1 pada titik 1 yaitu masuk zonasi mangrove terbuka artinya mangrove berada pada bagian yang berhadapan dengan laut. Kondisi di stasiun 1 pada titik 2 yaitu masuk zonasi mangrove tengah artinya mangrove di zonasi ini terletak dibelakang mangrove zona

terbuka. Terdapat berbagai jenis mangrove di sekitar pengambilan sampel pada stasiun 1, berdasarkan hasil identifikasi adanya mangrove *Sonneratia alba*, *Avicennia alba*, *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, dan *Rhizophora apiculata*.

Tabel 3. Koordinat Titik 1 dan Titik 2 Stasiun 1

Titik	Koordinat
1a	113°55'23,92" BT dan 7°41'49,52" LS
1b	113°55'23,76" BT dan 7°41'49,35" LS
2a	113°55'24,16" BT dan 7°41'49,66" LS
2b	113°55'23,99" BT dan 7°41'49,50" LS

Lokasi pengambilan sampel pada stasiun 2 dapat dilihat pada **Gambar 6**, stasiun ini berdekatan dengan Pelabuhan Panarukan dan pertambangan udang.



Gambar 6. Stasiun 2 (a) Titik Sampel 1 (b) Titik Sampel 2 (Dokumentasi Pribadi, 2021)

(a)

(b)

Lokasi pengambilan sampel pada stasiun 2 memiliki 2 titik pengambilan yang berjarak 10 meter. Koordinat pada titik 1 dan titik 2 dapat dilihat pada **Tabel**

4. Akses yang dilakukan untuk menuju stasiun 2 yaitu berjalan kaki, karena adanya jalan setapak menuju lokasi. Stasiun 2 pada titik 1 dan titik 2 masuk tipe zonasi mangrove tengah artinya mangrove di zonasi ini terletak dibelakang mangrove zona terbuka. Titik 2 memiliki kondisi air yang menggenang dengan warna hitam ke abu-abuan. Terdapat berbagai jenis mangrove di sekitar pengambilan sampel pada stasiun 2, berdasarkan hasil identifikasi yaitu adanya mangrove *Sonneratia alba*, *Avicennia alba*, *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, dan *Rhizophora apiculata*.

Tabel 4. Koordinat Titik 1 dan Titik 2 Stasiun 2

Titik	Koordinat
1a	113°55'40,21" BT dan 7°41'57,12" LS
1b	113°55'40,04" BT dan 7°41'56,95" LS
2a	113°55'40,45" BT dan 7°41'57,152" LS
2b	113°55'40,29" BT dan 7°41'56,97" LS

Lokasi pengambilan sampel pada stasiun 3 dapat dilihat pada **Gambar 7**, stasiun ini berdekatan dengan sungai dan pabrik kosmetik.



(a)



(b)

Gambar 7. Stasiun 3 (a) Titik Sampel 1 (b) Titik Sampel 2 (Dokumentasi Pribadi, 2021)

Lokasi pengambilan sampel pada stasiun 3 memiliki 2 titik pengambilan yang berjarak 10 meter. Koordinat pada titik 1 dan titik 2 dapat dilihat pada **Tabel**

5. Transportasi yang digunakan untuk menuju stasiun 3 yaitu menggunakan perahu, karena harus menyebrangi sungai dan tidak adanya jalan atau jembatan untuk akses langsung. Kondisi di stasiun 3 pada titik 1 dan titik 2 yaitu masuk zonasi mangrove tengah artinya mangrove di zonasi ini terletak dibelakang mangrove zona terbuka. Terdapat berbagai jenis mangrove di sekitar pengambilan sampel pada stasiun 3, berdasarkan hasil identifikasi adanya mangrove *Sonneratia alba*, *Avicennia alba*, *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, dan *Bruguiera gymnorrhiza*.

Tabel 5. Koordinat Titik 1 dan Titik 2 Stasiun 3

Titik	Koordinat
1a	113°55'21,02" BT dan 7°41'52,53" LS
1b	113°55'20,85" BT dan 7°41'53,36" LS
2a	113°55'20,73" BT dan 7°41'52,41" LS
2b	113°55'20,56" BT dan 7°41'52,25" LS

Lokasi pengambilan sampel pada stasiun 4 dapat dilihat pada **Gambar 8**, stasiun ini dekat dengan pemukiman, galangan kapal nelayan dan pabrik kapas.



(a)



(b)

Gambar 8. Stasiun 4 (a) Titik Sampel 1 (b) Titik Sampel 2 (Dokumentasi Pribadi)

Lokasi pengambilan sampel pada stasiun 4 memiliki 2 titik pengambilan yang berjarak 10 meter. Koordinat pada titik 1 dan titik 2 dapat dilihat pada **Tabel**

6. Akses yang dilakukan untuk menuju stasiun 4 yaitu berjalan kaki, karena adanya jalan setapak menuju lokasi. Medan menuju lokasi pengambilan sampel cukup berair karena lokasi ditempuh setelah kondisi pasang. Kondisi di stasiun 4 pada titik 1 dan titik 2 yaitu masuk zonasi mangrove terbuka artinya mangrove berada pada bagian yang berhadapan dengan laut. Terdapat berbagai jenis mangrove di sekitar pengambilan sampel pada stasiun 4, berdasarkan hasil identifikasi yaitu adanya mangrove *Sonneratia alba*, *Avicennia alba*, *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, dan *Rhizophora apiculata*.

Tabel 6.Koordinat Titik 1 dan Titk 2 Stasiun 4

Titik	Koordinat
1a	113°55'14,16" BT dan 7°42'1,95" LS
1b	113°55'13,99" BT dan 7°42'1,78" LS
2a	113°55'12,20" BT dan 7°42'2,23" LS
2b	113°55'13,86" BT dan 7°42'2,07" LS

4.3 Data Hasil Analisis Logam Berat Cu

Data hasil pengukuran kandungan logam berat Cu pada air, sedimen dan akar mangrove *Avicennia marina* di Pantai Ekowisata Kampung Blekok dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Hasil Kandungan Logam Berat Cu pada Air, Sedimen dan Akar Mangrove *Avicennia marina*

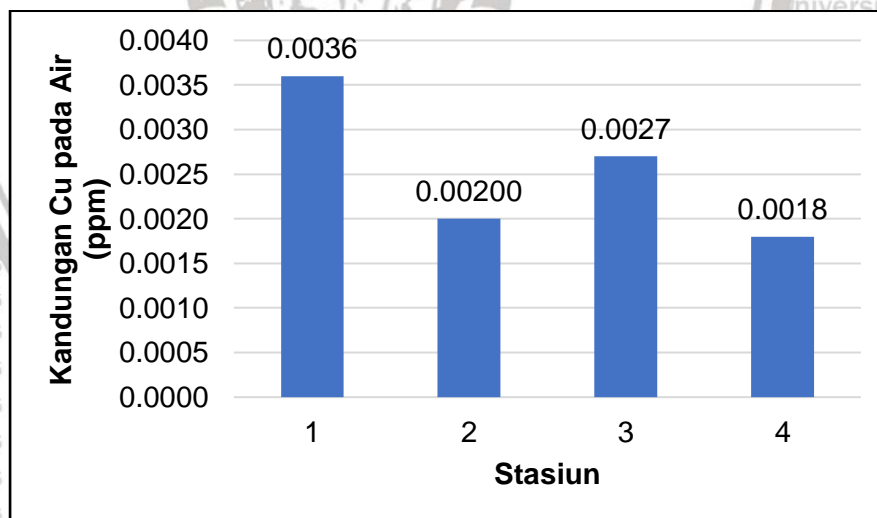
Stasiun	Konsentarsi Cu (ppm)		
	Air	Sedimen	Akar
1	0.0036	0.8737	0.2031
2	0.0020	1.0768	0.3786
3	0.0027	0.5465	0.198
4	0.0018	1.021	0.0916

Sumber: Laboraturium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Malang.

4.3.1 Analisis Kandungan Cu pada Air disekitar Mangrove *Avicennia Marina*

Data hasil pengukuran logam berat Cu pada air laut di sekitar mangrove *Avicennia marina* diperoleh konsentrasi pada tiap stasiunnya dapat dilihat pada

Gambar 9 sebagai berikut:



Gambar 9. Grafik Kandungan Logam Berat Cu pada Air

Data grafik diatas menunjukkan hasil kandungan logam berat Cu pada air laut tertinggi yaitu pada stasiun 1 dengan nilai 0,0036 ppm dan kandungan Cu pada air laut terendah terdapat pada stasiun 4 yaitu 0,0018 ppm. Hasil analisis dari laboraturium mengenai kandungan Cu pada air dapat dilihat pada **Lampiran**

3. Tingginya kandungan logam berat Cu di stasiun 1 dibandingkan stasiun lain karena pada saat pengambilan sampel dilakukan saat matahari terik dan mangrove di sekitar *Avicennia marina* tidak terlalu padat. Rendahnya kandungan logam Cu pada stasiun 4 karena saat pengambilan sampel dilakukan di sore hari matahari sudah mulai turun. Hasil analisis kandungan Cu pada air disekitar mangrove *Avicennia marina* di semua stasiunnya memiliki nilai dibawah baku mutu berdasarkan acuan baku mutu air laut wisata bahari dari Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no. 51 tahun 2004.

Logam terlarut tembaga (Cu) memiliki baku mutu air laut untuk wisata bahari yaitu 0,05 ppm (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no. 51 tahun 2004).

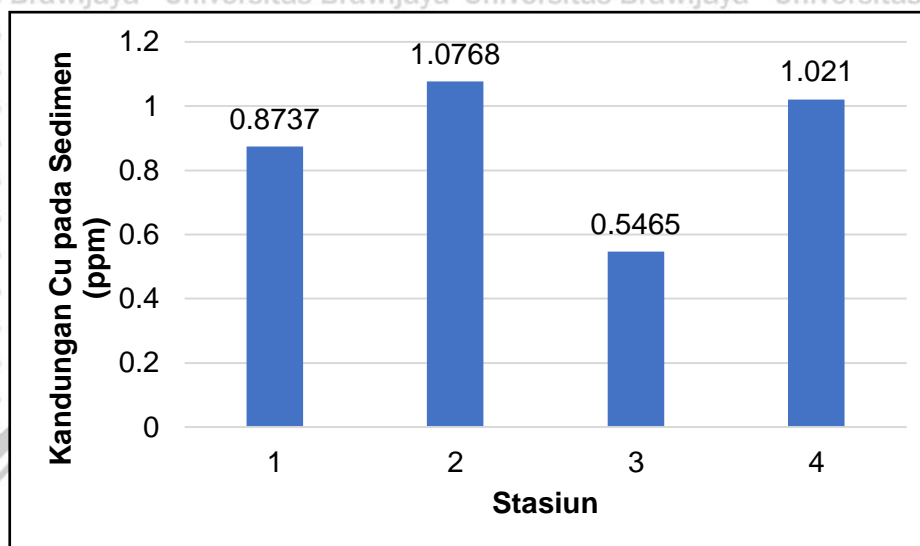
Konsentrasi tembaga pada air laut dipengaruhi oleh garam-garam tembaga misalnya, tembaga karbonat (CuCO_3), tembaga hidroksida $\text{Cu}(\text{OH})_2$, dan tembaga sulfida (CuS). Tembaga-tembaga garam ini memilki sifat tidak mudah larut dalam air (Fatmawinir *et al.*, 2015). Konsentrasi logam dalam air lebih kecil dibandingkan dalam sedimen, karena logam berat lebih mudah mengikat bahan organik dan mudah mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen (Aryawan, *et al.*, 2017). Tingkat kelarutan Cu sangat rendah dalam cairan, namun mudah menyerap dalam partikel yang terlarut dalam air (Jundana *et al.*, 2016).

Salah satu parameter kualitas air seperti suhu juga mempengaruhi keberadaan logam-logam berat yang masuk ke perairan. Semakin tinggi suhu maka keberadaan logam berat akan semakin tinggi. Suhu yang tinggi dalam air akan menyebabkan laju biodegradasi yang dilakukan oleh bakteri aerobik menjadi naik dan dapat menguapkan bahan kimia ke udara. (Tampubolon *et al.*, 2013).

Rendahnya kadar logam Cu dapat dimanfaatkan organisme sebagai ko-enzim dalam proses metabolisme tubuh (Roza dan Muhelni, 2019).

4.3.2 Analisis Kandungan Cu pada Sedimen disekitar Mangrove *Avicennia Marina*

Data hasil pengukuran logam berat Cu pada sedimen diperoleh konsentrasi pada tiap stasiunnya dapat dilihat pada **Gambar 10** sebagai berikut:



Gambar 10. Grafik Kandungan Logam Berat Cu pada Sedimen

Data grafik diatas menunjukkan hasil kandungan logam berat Cu pada sedimen yang memiliki hasil kandungan tertinggi yaitu pada stasiun 2 dengan nilai 0,8737 ppm dan kandungan Cu pada sedimen terendah terdapat pada stasiun 3 yaitu 0,5465 ppm. Hasil analisis dari laboratorium mengenai kandungan Cu pada sedimen dapat dilihat pada **Lampiran 3**. Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar Cu pada sedimen lebih tinggi dibandingkan di air laut, hal ini menunjukkan adanya akumulasi dalam sedimen. Tingginya kandungan logam berat Cu di stasiun 2 dibandingkan stasiun lain yaitu lokasi yang berdekatan dengan aktivitas manusia seperti pertambakan, dan pelabuhan. Rendahnya kandungan logam Cu pada stasiun 3 kerana, penyerapan logam berat Cu pada akar mangrove lebih besar dari pada disedimen. Hasil analisis kandungan Cu pada sedimen di semua stasiunnya memiliki nilai dibawah baku mutu berdasarkan acuan baku mutu sedimen dari US-EPA dan CCME.

Logam Cu pada sedimen memiliki standar baku mutu yang terdiri dari dua macam yaitu baku mutu US-EPA (*United States Environmental Protection Agency*) dan CCME (*Canadian Council of Ministers of the Environment*). Standar baku mutu sedimen logam Cu pada **Tabel 8** sebagai berikut:

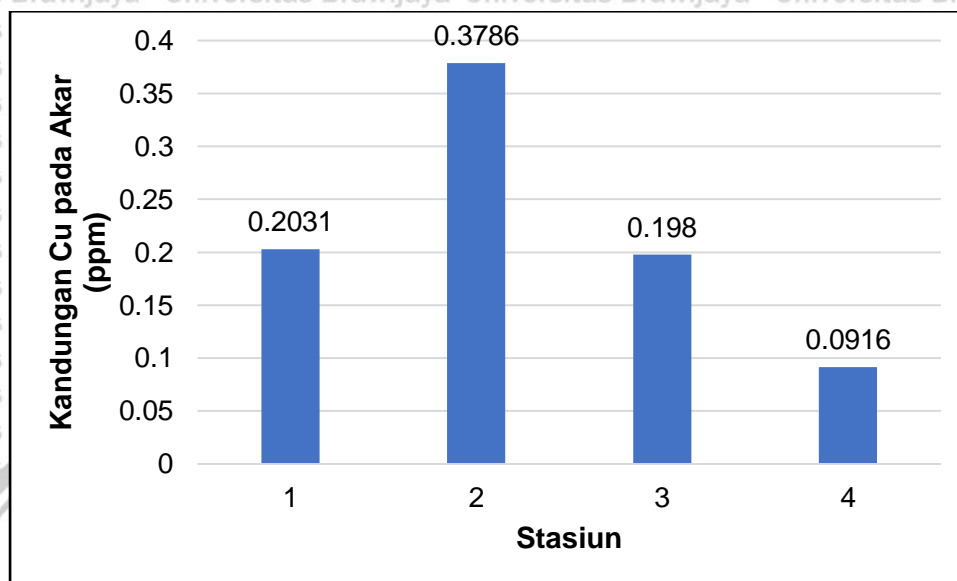
Tabel 8. Standar Baku Mutu Logam Cu pada Sedimen

Baku Mutu	Logam Cu
US-EPA 2004 (Hastuti, 2014)	49,98 ppm
CCME (Setiawan dan Subiandono, 2015)	18,7 ppm

Logam berat yang terlarut dalam air akan berpindah ke sedimen dan berikatan dengan bahan organik bebas atau materi organik yang melapisi permukaan sedimen sehingga terjadi penyerapan langsung oleh permukaan sedimen (Suryani *et al.*, 2018). Pengendapan logam berat di suatu perairan terjadi karena adanya reaksi anion karbonat, hidroksil dan klorida. Logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan kemudian berikatan dengan partikel-partikel sedimen, sehingga konsentrasi logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan di dalam air. (Permata *et al.*, 2018). Konsentrasi logam berat yang tinggi dalam sedimen dari pada air karena logam Cu memiliki sifat daya larut yang rendah dan mudah mengendap sehingga memicu besarnya Cu di dalam sedimen dari pada di air (Awaliyah *et al.*, 2018). Tingginya konsentrasi logam berat Cu di wilayah perairan pantai dapat dipengaruhi oleh aktivitas kapal di dermaga atau pelabuhan yaitu seringnya peremajaan badan kapal berupa penggantian kayu dan pengecatan ulang. Logam Cu merupakan bahan pemberi warna biru dan metalik pada cat anti karat pada kapal yang berguna melapisi dan menjaga ketahanan kayu (Santi., *et al.*, 2017).

4.3.3 Analisis Kandungan Cu pada Akar Mangrove *Avicennia Marina*

Data hasil pengukuran logam berat Cu pada sedimen diperoleh konsentrasi pada tiap stasiunnya dapat dilihat pada **Gambar 11** sebagai berikut:



Gambar 11. Grafik Cu pada Akar *Avicennia marina*

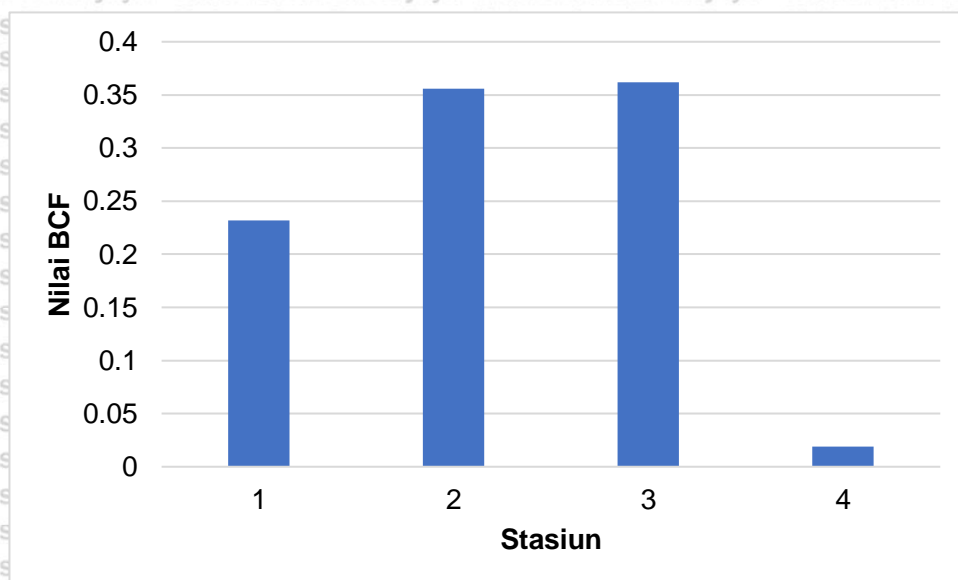
Data grafik diatas menunjukkan hasil kandungan logam berat Cu pada akar *Avicennia marina*, kandungan tertinggi yaitu pada stasiun 2 dengan nilai 0,3786 ppm dan kandungan Cu pada akar terendah terdapat pada stasiun 4 yaitu 0,0916 ppm. Hasil analisis dari laboratorium mengenai kandungan Cu pada akar dapat dilihat pada **Lampiran 3**. Tingginya kandungan logam berat Cu di stasiun 2 dibandingkan stasiun lain karena mangrove *Avicennia marina* di lokasi masuk kotegori fase pohon. Rendahnya kandungan logam Cu pada stasiun 4 karena saat pengambilan sampel dilakukan di sore hari sehingga suhu yang rendah membuat logam berat Cu sukar terakumulasi serta pemilihan mangrove *Avicennia marina* pada lokasi masuk fase pancang. Hasil analisis kandungan Cu pada akar di semua stasiunnya memiliki nilai diatas baku mutu berdasarkan acuan baku mutu sedimen dari Keputusan Mentrri Lingkungan Hidup no. 51 tahun 2004.

Logam Cu pada biota laut memiliki baku mutu yaitu 0,008 mg/l (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no. 51 tahun 2004). Kandungan logam berat yang tinggi cenderung terdapat pada tumbuhan yang sudah tua, tanaman akan menyerap polutan dalam umur maksimal, semakin bertambahnya umur tanaman maka penyerapan juga akan meningkat (Falah *et al.*, 2020). Fase pertumbuhan tumbuhan dibagi menjadi 4, semai, pancang, tiang dan pohon. Semai yaitu anakan pohon mulai dari bibit sampai setinggi < 1,5m, pancang yaitu anakan pohon tingginya $\geq 1,5\text{m}$, tiang yaitu anakan pohon yang diameternya < 20cm, serta pohon yaitu pohon dewasa berdiameter $\geq 20\text{cm}$ (Kasmadi, 2015). Jaringan *Avicennia marina* membentuk suatu zat kelat yang disebut *fitokelatin* untuk menghadapi cekaman logam berat. *Fitokelatin* adalah suatu protein yang mampu mengikat logam yang tersusun dari beberapa asam amino seperti sistein dan glisin (Arisandy *et al.*, 2012).

4.4. Analisis Nilai BCF (*Bio Concentration Factor*)

Data hasil perhitungan BCF (*Bio Concentration Factor*) logam berat Cu akar mangrove *Avicennia marina* pada tiap stasiunnya dapat dilihat pada

Gambar 12 sebagai berikut:



Gambar 12. Nilai BCF (*Bioconcentration Factor*)

Hasil perhitungan menunjukkan nilai BCF (*Bio Concentration Factor*) pada logam berat tembaga (Cu) tertinggi diperoleh stasiun 3 sebesar 0,362 dan nilai BCF terendah di peroleh stasiun 4 sebesar 0.0192. Stasiun 1 samapi 4 dari hasil perhitungan menunjukkan nilai BCF < 1. Nilai BCF yang dari keempat stasiun menunjukkan tumbuhan mangrove *Avicennia marina* di kawasan Pantai Ekowisata Kampung Blekok masuk kategori BCF *excluder* atau penyerapan logam Cu terbatas. Perhitungan BCF sedimen dan air dapat dilihat pada

Lampiran 4.

Bioakumulasi logam merupakan mekanisme akumulasi logam di bagian akar dan bagian tanaman lainnya pada kondisi konsentrasi logam di sedimen tinggi maupun rendah. Tanaman yang mampu mengakumulasi logam ke dalam jaringan atau bagian sel tanaman disebut tumbuhan akumulator logam.

Tanaman mengabsorpsi, mengkonsentrasikan dan mengendapkan kelebihan logam dalam biomassa akar dan ke bagian jaringan lainnya (Nurtjahya *et al.*, 2020). BCF <1 atau *excluder* merupakan sifat tumbuhan yang membatasi penyerapan logam berat pada lingkungan baik sedimen maupun air, namun

ketika masuk ke tubuh tumbuhan maka logam berat akan mudah ditranslokasi ke bagian tubuh yang lain atau ke biomasa di atasnya (batang, daun) (Rachmawati *et al.*, 2018). Akar mangrove selain dapat menyerap logam disedimen juga dapat menyerap logam pada kolom air, mengingat akar mangrove dapat terendap air saat pasang. Kemampuan tumbuhan untuk mengakumulasi logam berat sesuai dengan urutan yaitu $Mn > Cr > Cu > Cd > Pb$ (Awaliyah *et al.*, 2018). Mangrove *Avicennia marina* memiliki kemampuan penanggulangan toksik, dengan menyimpan banyak air di dalam jaringan, serta ekskresi pada daun (Kariada *et al.*, 2013).

4.5 Parameter Kualitas Air

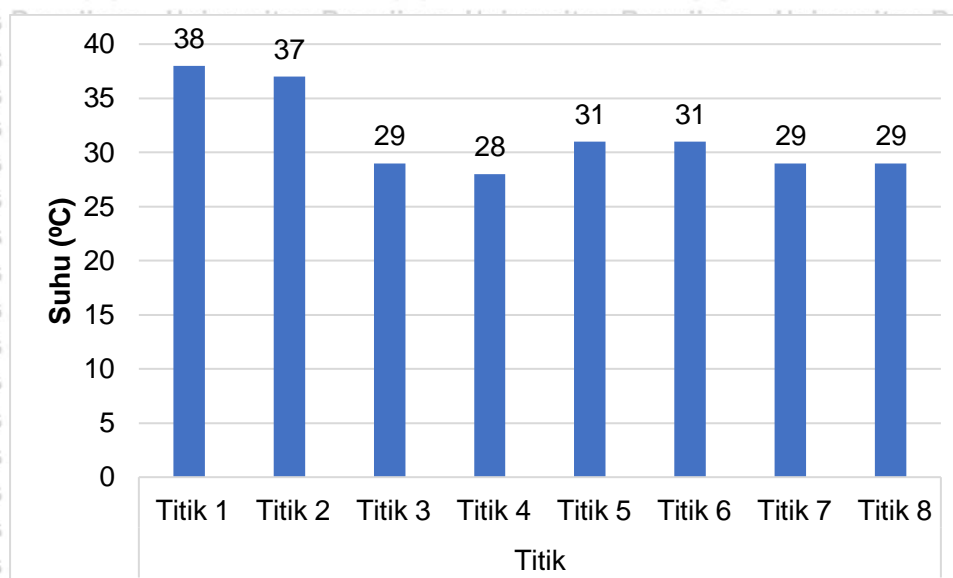
Data hasil pengukuran kualitas air laut di sekitar mangrove *Avicennia marina* di Pantai Ekowisata Kampung Blekok dapat dilihat pada **Tabel 9**.

Tabel 9. Data Parameter Kualitas Air

	Stasiun 1		Stasiun 2		Stasiun 3		Stasiun 4	
Parameter	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	Titik 6	Titik 7	Titik 8
Suhu	38	37	29	28	31	31	29	29
pH	7.7	7.7	7.3	7.4	7.8	7.8	7.5	7.4
Salinitas	30	30	35	34	15	15	18	18

4.5.1 Suhu

Data suhu yang didapatkan pada 8 titik pengamatan, dapat dilihat pada **Gambar 13** dibawah ini:



Gambar 13. Grafik Suhu (°C)

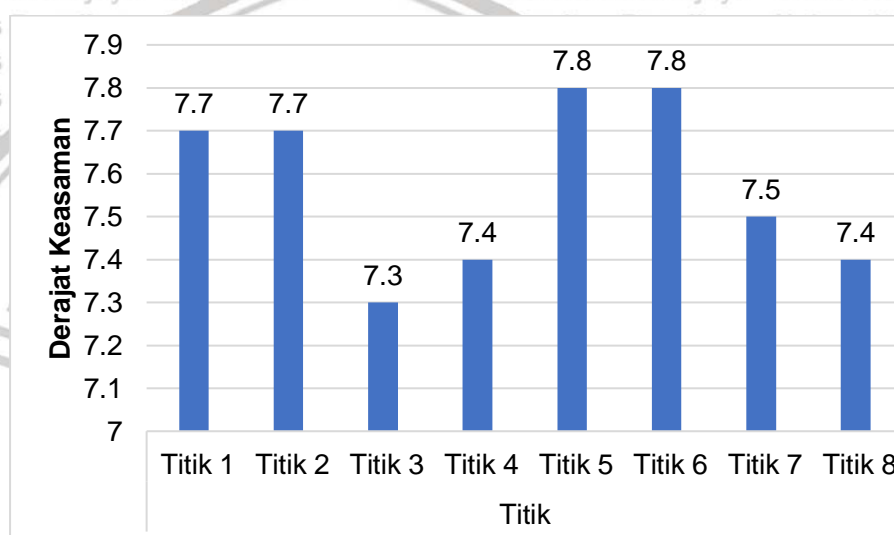
Data grafik diatas menunjukkan nilai suhu berkisar antara 29-38 °C. Suhu tertinggi didapatkan pada stasiun 1 titik 1, karena pada saat pengukuran dilakukan saat matahari sangat terik dan lokasi dekat tepi pantai yang langsung terpapar oleh sinar matahari. Suhu terendah di peroleh stasiun 2 titik 4, karena pengukuran suhu dilakukan disekitar mangrove *Avicennia marina* yang rimbun sehingga tempatnya teduh. Titik 1 dan 2 pada stasiun 1 memiliki nilai suhu yang melebihi kadar optimum suhu untuk kehidupan mangrove. Suhu yang melebihi kadar optimum dapat mempengaruhi metabolisme mangrove dan toksisitas logam berat Cu yang diserap oleh akar mangrove *Avicennia marina*.

Suhu untuk kehidupan mangrove yaitu berkisar antara 28-32 °C (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no. 51 tahun 2004). Mangrove dapat tumbuh dengan baik pada daerah tropis dengan temperatur diatas 20 °C. Suhu merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan dalam proses metabolisme organisme perairan (Schadaw, 2018). Suhu air laut dapat mempengaruhi logam Cu yang ada di sekitar perairan. Logam tembaga dapat menjadi *toxic* pada suhu yang lebih tinggi (Natadisastra *et al.*, 2018). Toksisitas logam berat terjadi akibat meningkatnya laju metabolisme dari organisme air (Fujiastuti *et al.*, 2013). Suhu

air laut di bagian permukaan mempunyai kaitan yang cukup erat dengan pemanasan matahari dan besarnya intensitas cahaya yang masuk ke dalam perairan. Distribusi suhu air laut di suatu perairan di pengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu radiasi sinar matahari, kedalaman, angin dan musim (Sari *et al.*, 2017).

4.5.2 pH

Data pH yang didapatkan pada 8 titik pengamatan, dapat dilihat pada Gambar 14 dibawah ini:



Gambar 14. Grafik Derajat Keasaman

Data grafik diatas menunjukkan nilai pH berkisar antara 7,3-7,8. pH tertinggi didapatkan pada stasiun 3 di titik 5 dan titik 6, serta pH terendah di peroleh stasiun 2 di titik 3. Pengaruh tinggi rendahnya pH untuk mangrove yaitu dapat mengganggu metabolisme mangrove. Toksisitas dan keberadaan logam berat Cu juga di pengaruhi oleh pH air yang rendah. pH pada semua stasiun pada tiap titiknya masuk dalam kadar optimum baku mutu sesuai baku mutu untuk biota laut oleh Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no. 51 tahun 2004.

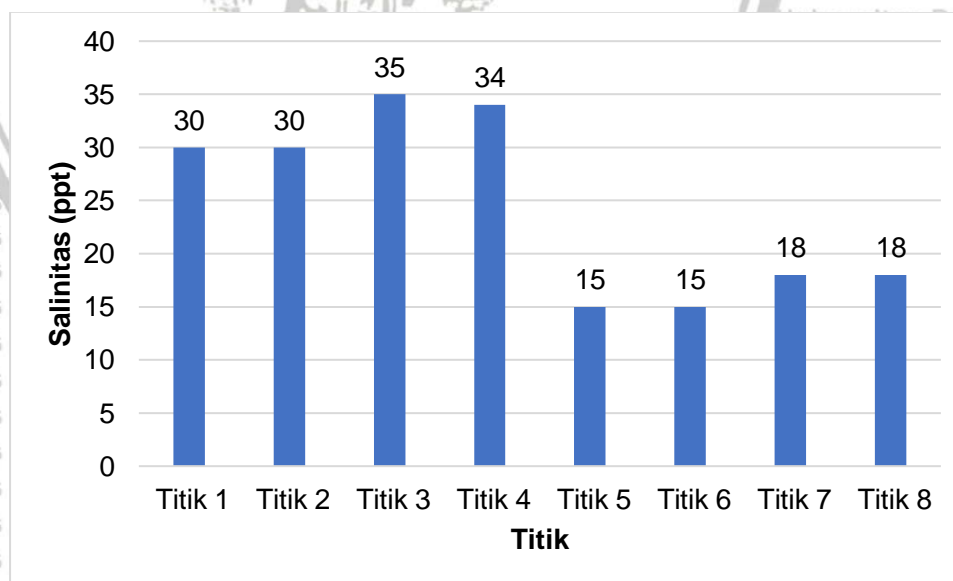
Baku mutu pH air laut untuk wisata bahari yaitu berkisaran 7-8,5 (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no. 51 tahun 2004). Air laut dengan pH antara 6,7-8,5 sangat mendukung kehidupan maupun perkembangan organisme

akuatik seperti mangrove (Saru *et al.*, 2017). pH yang tinggi menyebabkan kestabilan akan bergeser dari karbonat ke hidroksida yang membentuk ikatan dengan partikel pada perairan. Kadar pH selain mempengaruhi organisme akuatik seperti mangrove juga berpengaruh terhadap toksisitas dan keberadaan logam berat Cu. Kenaikan pH menjadi basa pada badan perairan biasanya akan diikuti dengan menurunnya konsentrasi dan senyawa-senyawa logam, serta menurunnya pH dapat meningkatkan konsentrasi logam berat. (Fujiastuti *et al.*, 2013). pH rendah peyerapan terhadap semua ion logam rendah, karena pH rendah permukaan adsorben dikelilingi oleh ion H⁺ sebab gugus fungsi terdapat pada adsorben terprotonasi. Permukaan dalam kondisi asam akan menyebabkan terjadi tolakan antara permukaan adsorben dengan ion logam, sehingga adsorpsinya menjadi rendah (Nurohmah *et al.*, 2019).

4.5.3 Salinitas

Data salinitas yang didapatkan pada 8 titik pengamatan, dapat dilihat pada

Gambar 15 dibawah ini:



Gambar 15. Grafik Salinitas (ppt)

Data grafik diatas menunjukkan nilai salinitas berkisar anantara 18-35 ppt.

Salinitas tertinggi didapatkan pada stasiun 2 di titik 3, serta salinitas terendah

terdapat pada stasiun 4 di titik 5 dan titik 6. Tingginya salinitas karena lokasi jauh dari sungai sehingga masuknya air tawar ke lokasi sedikit. Salinitas pada titik 3 melebihi kadar optimum sesuai baku mutu salinitas untuk air laut wisata bahari oleh Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no. 51 tahun 2004. Mangrove *Avicennia marina* memiliki kemampuan adaptasi pada salinitas tinggi melalui akar nafas. Salinitas juga mempengaruhi toksisitas logam berat tembaga (Cu).

Baku mutu untuk pertumbuhan mangrove dan biota air yang telah ditetapkan yaitu sebesar 0,5-34 ppt (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no. 51 tahun 2004). Mangrove dapat beradaptasi pada salinitas tinggi, karena mangrove memiliki akar nafas yang membantu untuk mengambil oksigen di udara apabila kekurangan oksigen pada media tanamnya. Lentisel untuk pertukaran karbondioksida dan oksigen dalam membantu proses pertumbuhan batang dan trikoma garam yang menyerap air pada lingkungan salinitas tinggi. Mangrove toleran terhadap salinitas tinggi, namun proses adaptasi mangrove agar dapat bertahan hidup dengan cara menyimpan Na dan Cl pada bagian kulit kayu, akar dan daun yang lebih tua. Ion Na^+ dan Cl^- pada salinitas diperlukan mangrove dalam mengatur potensial osmotik antarsel (Suryani *et al.*, 2018). Nilai salinitas meningkat akibat penggenangan yang terjadi pada saat pasang dan pada saat surut air laut tidak turun sepenuhnya karena terperangkap oleh permukaan kemiringan hutan mangrove bagian depan yang lebih tinggi (Matatula *et al.*, 2019). Tingginya salinitas ditempat ini dapat dikarenakan tidak adanya masukan air tawar dari sungai (Halidah dan Kama, 2013). Salinitas yang tinggi menyebabkan peningkatan pembentukan ion klorida, yang dapat menurunkan konsentrasi ion logam berat pada perairan karena bereaksinya ion logam dengan ion klorida (Mance, 1987). Kenaikan salinitas menyebabkan penurunan daya toksik logam berat Cu karena terjadi proses desalinasi (proses yang menghilangkan kadar garam berlebih dalam air), sehingga logam berat yang ada

dapat terjadi proses sedimentasi (Setyaningrum *et al.*, 2018). Salinitas rendah, akumulasi akan meningkat karena partikel organik membentuk gumpalan sehingga akan mempercepat pengendapan logam berat (Wulandari *et al.*, 2010).

4.6 Parameter Sedimen

4.6.1 Tekstur Sedimen

Data tekstur sedimen yang didapatkan pada 8 titik pengamatan, dapat dilihat perhitungannya pada **Lampiran 5** dan kategori partikel pada **Tabel 10** dibawah ini:

Tabel 10. Data Tekstur Sedimen

	Titik	Partikel
Tekstur Sedimen	1	Pasir
	2	Pasir
	3	Pasir
	4	Pasir
	5	Pasir
	6	Pasir
	7	Pasir
	8	Pasir

Tabel tekstur sedimen diatas menunjukkan hasil keseluruhan partikel pada titik 1 sampai 8 yaitu berpasir. Penentuan tekstur sedimen ini dibantu dengan segitiga tekstur tanah. Tipe tekstur sedimen berpasir dapat mempengaruhi akumulasi logam berat Cu di sedimen. Akumulasi logam berat lebih mudah pada tektur partikel halus dari pada partikel kasar. Hal ini mendukung hasil kandungan logam Cu pada sedimen dibawah baku mutu.

Tipe sedimen dapat mempengaruhi kandungan logam berat dalam sedimen, dengan kategori kandungan logam berat dalam lumpur > lumpur berpasir > berpasir. Konsentrasi logam berat tertinggi terdapat dalam sedimen yang berupa lumpur, tanah liat, pasir berlumpur dan campuran dari ketiganya

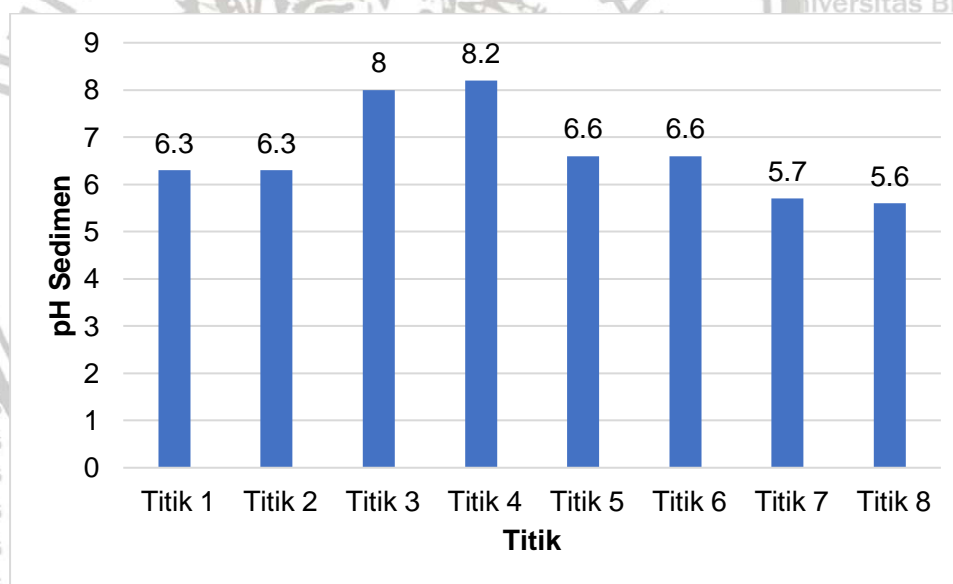
dibandingkan dengan sedimen yang berupa pasir. Ukuran partikel sedimen yang halus memiliki luas permukaan yang besar sehingga mampu meningkatkan logam berat dari pada partikel sedimen yang lebih besar (Garvano *et al.*, 2017).

Bahan organik merupakan komponen geokimia yang paling penting dalam mengontrol pengikatan logam berat dari sedimen estuari (Maslukah, 2013).

Logam Cu merupakan logam yang mudah mengendap pada sedimen, karena kemampuan beberapa logam berat dalam berikatan dengan asam amino mengikuti urutan sebagai berikut $Hg > Cu > Ni > Pb > Co > Cd$ (Supriyanti dan Soenardjo, 2015).

4.6.2 pH Sedimen

Data pH sedimen yang didapatkan pada 8 titik pengamatan, dapat dilihat pada **Gambar 16** dibawah ini:

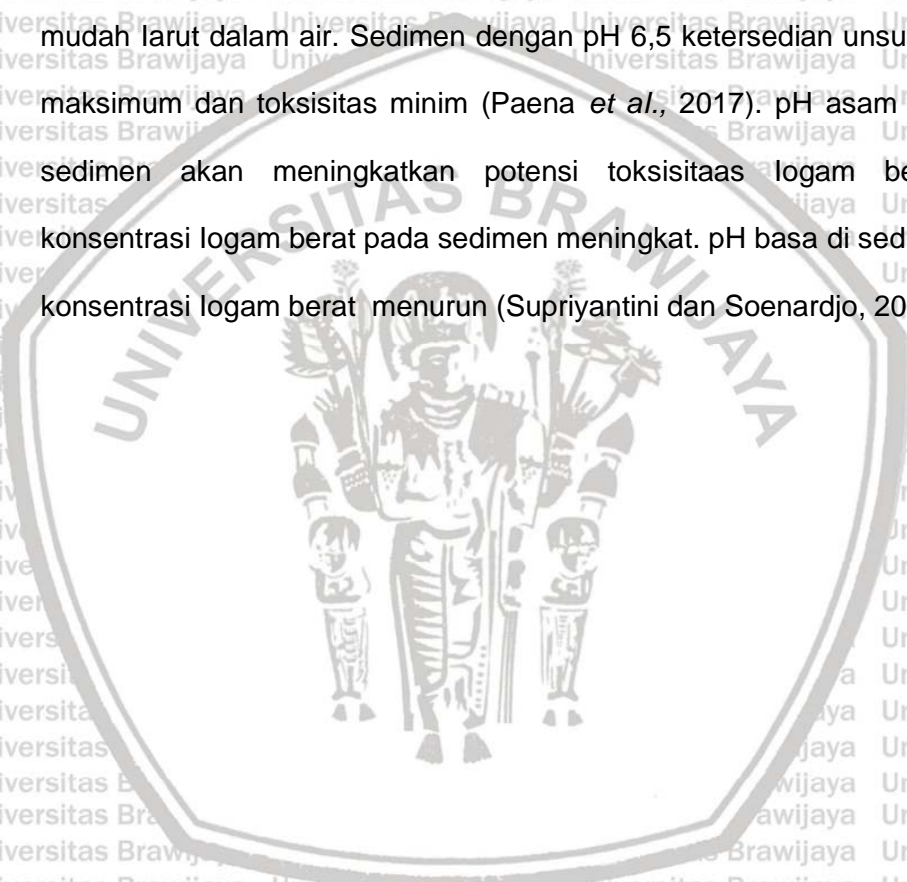


Gambar 16. Grafik pH Sedimen

Data grafik diatas menunjukkan nilai pH berkisar antara 5,6-8,2. pH tertinggi didapatkan pada titik 4, serta pH terendah di peroleh di titik 8. pH pada titik 4 memiliki nilai pH di atas kisaran baku mutu pH tanah untuk mangrove. pH pada titik 7 dan 8 memiliki nilai pH di bawah kisaran baku mutu pH tanah untuk mangrove. Tingginya pH dapat mengurangi konsentrasi logam berat Cu pada

sedimen. Rendahnya pH sedimen dapat meningkatkan toksisitas logam berat pada logam Cu.

pH tanah yang sesuai untuk pertumbuhan mangrove berkisar antara 6-7 (Dewi dan Herawatiningsih, 2017). Derajat keasaman sedimen mempengaruhi transportasi dan keberadaan nutrisi yang diperlukan vegetasi. pH sedimen pada tumbuhan laut menentukan mudah tidaknya unsur hara diserap. Unsur hara mudah diserap pada kondisi pH netral karena pada pH tersebut unsur hara mudah larut dalam air. Sedimen dengan pH 6,5 ketersediaan unsur hara menjadi maksimum dan toksisitas minim (Paena *et al.*, 2017). pH asam (rendah) pada sedimen akan meningkatkan potensi toksisitas logam berat sehingga konsentrasi logam berat pada sedimen meningkat. pH basa di sedimen membuat konsentrasi logam berat menurun (Supriyanti dan Soenardjo, 2015).



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Pantai Ekowisata Kampung

Blekok Situbondo, Jawa Timur dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kandungan logam berat Cu pada air laut di sekitar mangrove *Avicennia marina* berkisar 0,0036 ppm- 0,0018ppm. Kandungan logam berat Cu pada sedimen berkisar 0,5465 ppm- 1,0768 ppm. Kandungan logam berat Cu pada akar berkisar 0,0916 ppm- 0,3786 ppm. Baku mutu air laut air laut untuk wisata bahari yaitu 0,05 ppm dan untuk biota laut yaitu 0,008 mg/l (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no. 51 tahun 2004). Baku mutu sedimeni yaitu 18,7 ppm (CCME). Hasil analisis menunjukkan kandungan logam berat Cu di Ekowisata Kampung Blekok Situbondo, Jawa Timur tergolong dibawah baku mutu pada air dan sedimen di sekitar mangrove *Avicennia marina*, sedangkan akar mangrove *Avicennia marina* memiliki nilai di atas baku mutu.
2. Hasil BCF (*Bio Concentration Factor*) sedimen berkisar anatar 0,0192- 0,362. Nilai BCF masuk tipe BCF *excluder* atu BCF >1, artinya penyerapan mangrove api api terhadap logam terbatas.
3. Parameter kualitas air menunjukkan nilai suhu berkisar anatar 28-38 °C. pH air berkisar 7,3-7,8 dan salinitas berkisar antara 18-35 ppt. Air laut memiliki nilai suhu yang melebihi kadar optimum untuk kehidupan mangrove yaitu diatas 35 °C pada stasiun 1 di kedua titik, sehingga dapat mempengaruhi metabolisme mangrove dan menurunkan konsentrasi logam berat Cu. pH semua stasiun masuk dalam kadar optimum, sehingga aman untuk akumulasi logam berat Cu dan pertumbuhan mangrove.

Salinitas melebihi kadar optimum di titik 3 yaitu 35ppt, namun masih aman untuk mangrove karena *Avicennia marina* karena memiliki toleransi yang baik terhadap salinitas yang tinggi. Tekstur sedimen pada keempat stasiun menunjukkan hasil partikel yaitu berpasir dengan pH sedimen berkisar 6-7. pH sedimen pada stasiun 4 menunjukkan hasil pH dibawah kadar optimum atau asam, sehingga dapat mempengaruhi toksisitas logam Cu. pH sedimen di stasiun 2 di titik 4 menunjukkan nilai di atas kadar optimum, sehingga dapat mempengaruhi keberadaan logam Cu.

5.2 Saran

Saran pada penelitian ini yaitu hasil analisis yang telah dilakukan, *Avicennia marina* memiliki tingkat akumulator pada air sehingga mangrove *Avicennia marina* dapat digunakan untuk fitoremediasi logam berat Cu dan dijadikan sumber informasi untuk pihak yang membutuhkan informasi terkait manfaat mangrove. Perlu adanya penyuluhan kepada masyarakat agar tidak membuang sampah di sekitar kawasan hutan mangrove, dan pengontrolan limbah dari darat terutama disekitar pesisir yang masuk ke perairan kawasan mangrove.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhani, R dan Husaini. 2017. Logam Berat Sekitar Manusia. Lambung mangkurat University Press: Banjarmasin.
- Adi, D.P. dan S. M. Muhsinatun. 2017. Keefektifan pendekatan salinitas model problem based learning, problem salving dan inquiry dalam pembelajaran IPS. *Jurnal Pendidik. IPS*. 4(2): 142-152.
- Agustina, D.Y., Djoko, S. dan S. Febrianto. 2019. Kandungan logam berat timbal (Pb) pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Sungai Tenggang, Semarang, Jawa Tengah. *Jurnal Maquares*. 8(3): 1-9.
- Agustina, T. 2014. Kontaminasi logam berat pada makanan dan dampak pada kesehatan. *TEKNOBUGA*. 1(1): 53-65.
- Aini, H. R., A. Suryanto dan B. Hendrarto. 2016. Hubungan tekstur sedimen dengan mangrove di desa Mojo kecamatan Ulujami kabupaten Pemalang. *Management of Aquatic Resources*. 5(4): 209-215.
- Ali, M. dan Rina. 2012. Kemampuan tanaman mangrove untuk menyerap logam berat merkuri (Hg) dan timbal (Pb). *Jurnal Ilmu Teknik Lingkung*. 2(2): 28-36.
- Ali, M. M dan A. I. Sultoni. 2019. Pembuatan bahan konduktor kabel listrik dari deposit dan scrap tembaga. *Jurnal Teknologi Bahan dan Barang Teknik*. 9(2): 63-68.
- Amelia, F., Ismarti, I., R. Ramses dan R. Rozirwan. 2019. Biokonsentrasi faktor logam berat pada kerang dari perairan Batam, Kepulauan Riau, Indonesia. *Jurnal Kimia dan Pendidik*. 4(2): 152-162.
- Apriyantoro, K., S. Saputro dan Hariadi. 2016. Studi sebaran sedimen dasar di perairan muara sungai Kluwut, Kbpupaten Brebes, Jawa Tengah. *Jurnal Oseanografi*. 5(4): 435-440.
- Arbi, U. Y. 2016. Moluska benthik di perairan lima muara sungai kawasan teluk Lamong, Suraabaya Jawa Timur. *Journal of Tropical and biotechnology*. 1(2): 55-61.
- Arisandy, K.R., E. Y. Herawati dan E. Suprayitno. 2012. Akumulasi logam berat timbal (Pb) dan gambaran histologi pada jaringan *Avicennia marina* (forsk.) Vierh di perairan pantai Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Perikanan*. 1(1): 15-25.
- Arjuna., A. Armid dan A. Takwir. 2019. Distribusi logam berat Cu pada air laut permukaan di perairan teluk Staring Sulawesi Tenggara. *Sapa Laut*. 4(3): 225-234.
- Aryawan, I. G. N. R., E. Sahara dan I. E. Suprihatin. 2017. Kandungan logam Pb dan Cu total dalam air, ikan dan sedimen di kawasan pantai serangan serta bioavailabilitasny. *Jurnal Kimia*. 11(1): 56-63.
- Asyiwati, Y dan L. S. Akliyah. 2014. Identifikasi dampak perubahan fungsi ekosistem pesisir terhadap lingkungan di wilayah pesisir Kecamatan

- Muaragembong. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*. **14**(1): 1-13.
- Awaliyah, H.F., D. Yona dan D. C. Pratiwi. 2018. Akumulasi logam berat Pb dan Cu pada akar dan daun mangrove *Avicennia marina* di Sungai Lamong, Jawa Timur. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan Pesisir dan Perikanan*. **7**(3): 187-197.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. 2010. Mengenal Logam Beracun. Jakarta.
- Bubala, H., T. A. Cahyadi dan R. Ernawati. 2019. Tingkat pencemaran logam berat di pesisir pantai akibat penambangan bijih nikel. *Jurnal Teknologi Indonesia dan Informasi*. **2**(9): 113-122.
- Budiyanto, F. 2013. Bioakumulasi logam berat dalam organisme akuatik. *Oseano* **38**(4): 57-64.
- Cahyani, M. D., R. Azizah dan B. Yulianto. 2012. Studi kandungan logam berat tembaga (Cu) pada air, sedimen dan kerang darah (*Anadara granosa*) di perairan sungai Sayung dan sungai Gonjol kecamatan Sayung kabupaten Demak. *Journal of Marine Research*. **1**(2): 73-79.
- Dahuri, R. 2003. Keanekaragaman Hayati Laut: Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia. Jakarta: PT. Gramedia.
- Danata, R. H dan A. Yamindago. 2014. Analisis aktivitas antibakteri ekstrak daun mangrove *Avicennia marina* dari kabupaten Trenggalek dan kabupaten Pasuruan terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Vibrio alginolyticus*. *Jurnal Kelautan*. **7**(1): 12-19.
- Dara, S. R. 2017. Pengujian efisiensi perbankan konvensional di Indonesia melalui pendekatan data envelopment analysis (DEA). *Jurnal Riset Manajemen dan Bisnis Fakultas Ekonomi UNIAT*. **21**(1): 251-260.
- Dewi, P. K., E. D. Hastuti dan R. Budihastuti. 2018. Kemampuan akumulasi logam berat tembaga (Cu) pada akar mangrove jenis *Avicennia marina* (Forsk.) dan *Rhizophora mucronata* (Lamk.) di Lahan Tambak. *Jurnal Akademik Biologi*. **7**(4): 14-19.
- Dewi, S. K dan R. Herawatiningsih. 2017. Kondisi tanah dalam kawasan mangrove desa Nusapati kabupaten Mempawah Kalimantan Barat. *Jurnal Hutan Lestari*. **5**(2): 177-182.
- Dewi, Y.K. 2020. Diversitas vegetasi mangrove di pesisir pantai Blekok kecamatan Kendit kabupaten Situbondo Jawa Timur. *Jurnal Inovasi Penelit*. **1**(3): 1-4.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta: Kanisius.
- Ernianingsih, S. W., Mukarlina dan Rizalida. 2014. Entnofarmakologi tumbuhan mangrove *Achantus ilicifolius* L., *Acrostichum speciosum* L. dan *Xylocarpus rumphii* Mabb. Di desa tungai tekong kecamatan kungai kakap kabupaten kubu raya. *Jurnal Protobiont*. **3**(2): 252-258.
- Fadel. 2018. Pengaruh salinitas dan ukuran terhadap penyerapan *uptake*) kontaminan logam Zn pada kerang darah. *Jurnal Fakulas Perikanan dan Kelautan Universitas Pekanbaru*. **1**(1): 1-9.

Falah, F., C. A. Suryono dan I. Riniatsih. 2020. Logam berat (Pb) pada lamun *Enhalus acoroides* (Linnaeus F.) royle 1839 (Magnoliopsida: Hydrocharitaceae) di Pulau Panjang dan Pulau Lima Teluk Banten. *Jurnal of Marine Research*. **9**(2): 193-200.

Falah, S., P. W. Purnomo dan A. Suryanto. 2018. Analisis logam berat Cu dan Pb pada air dan sedimen dengan kerang hijau (*P. Viridis*) di perairan morosari Kabupaten Demak. *Journal of Maquares*. **7**(2): 222-226.

Fatmawinir., H. Suyani dan A. Alif. 2015. Analisis sebaran logam berat pada aliran air dari tempat pembuangan akhir (TPA) sampah air dingin. *Jurnal Riset Kimia*. **8**(2): 101-107.

Fitri, T. A dan R. Ferdiansyah. 2017. Aplikasi pemetaan penderita gizi buruk di kota Pekanbaru menggunakan quantum GIS. *Jurnal teknologi informasi dan Komunikasi Digital Zone*. **8**(2): 125-136.

Fitrony, R. Fauzi., L. Qadariyah dan Mahfud. 2013. Pembuatan kristal tembaga sulfat pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) dari tembaga bekas kumparan. *Jurnal teknik POMITS*. **2**(1): 121-125.

Fujiastuti, I. Said dan J. Sakung. 2013. Akumulasi logam berat timbal (Pb) dan logam tembaga (Cu) dalam udang rebon (*Mysis*. Sp.) di muara sungai Palu. *Jurnal Akad Kimia*. **2**(3): 128-133.

Garvano, M. F., S. Saputro dan Hariadi. 2017. Sebaran kandungan logam berat timbal (Pb) pada sedimen dasar di sekitar perairan muara sungai Waridin, Kabupaten Kendal. *Jurnal Oseanografi*. **6**(1): 100-107.

Halidan dan H. Kama. 2013. Penyebaran alami *Avicennia marina* dan *Sonneratia alba* pada substrat berpasir. *Indonesia Forest Rehabilitation Journal*. **1**(1): 51-58.

Hambali, R dan Y. Apriyanti. 2016. Studi karakteristik sedimen dan laju sedimentasi sungai Dieng kabupaten Bangka Barat. *Jurnal Tropil*. **4**(2): 165-174.

Hananingtyas, I. 2017. Studi pencemaran kandungan logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada ikan tongkol (*Euthynnus* sp.) di pantai utara Jawa. *the Journal of Tropical Biology*. **1**(2): 41-50.

Handayanto, E., Y. Nuraini., N. Muddarisna., N. Syam dan A. Fiqri. 2017. Fitoremediasi dan Phytomining Logam Berat Pencemaran Tanah. UB Press: Malang.

Harison, A dan Y. Romdania. 2020. Mangrove For Civil Engineering. Bandar Lampung.

Harlyan, L. I., D. Retnowati., S. H. J. Sari dan F. Iranawati. 2015. Concentration of heavy metal (Pb and Cu) in sedimen and mangrove *Avicennia marina* at Porong river estuary, Sidoarjo, East Java. *Reasearch Journal of Life Science*. **2**(2): 1-10.

Hastuti, E. D. 2014. Variasi kandungan logam berat tembaga (Cu) pada kawasan ekosistem mangrove dan korelasi dengan kerapatan mangrove di wilayah pesisir Semarang dan Demak. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. **22**(2): 47-55.

Hastuti, Y. P. 2011. Nitrifikasi dan denitrifikasi di tambak. *Jurnal Akuakultur*

- Indonesia. **10**(1): 89-98.
- Heridiansyah, J. 2012. Pengaruh advertising terhadap pembentukan brand awareness serta dampaknya pada keputusan pembelian produk kecap pedas ABC. *Jurnal STIE Semarang*. **4**(2): 53-73.
- Hidayah, A. M., Purwanto dan T. R. Soeprbowati. 2014. Biokonsentrasi faktor logam berat Pb, Cd, Cr pada ikan nila (*Oreochromis niloticus* Linn.) di karamba danau rawa pening. *BIOMA*. **16**(1): 1-9.
- Husain, A. 2018. Analisis data lifting migas menggunakan metode C4.5 pada asosiasi daerah penghasil migas. *Jurnal String*. **2**(1): 77-85.
- Hutari, P. Z., Y. Johan dan B. F. Surya. 2018. Analisis sedimen di pelabuhan pulau Baai kota Bengkulu. *Jurnal Enggano*. **3**(1): 129-143.
- Insani, N., Y. A. Y. A. Wirahayu., D. A. Arif dan O. G. Genisa Sabilau. 2019. Feasibility study, carrying capacity and ecotourism activities in the Blekok village mangrove area of Situbndo regency. *Sumatra Journal of Disaster*. **3**(2): 175-181.
- Irianti, T. T., Kuswandi dan A. Budiyan. 2017. Logam Berat dan Kesehatan. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Irwanto, R dan S. Mangkoedihardjo. 2015. Fitoremediasi logam berat (Pb dan Cd) pada tumbuhan akuatik (*Acanthus ilicifolius* dan *Coix Lacryma Jobi*). *Jurnal Purifikasi*. **15**(1): 53-66.
- Jaya, L. M. 2020. Metode penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. Anak Hebat Indonesia: Yogyakarta.
- Jundana, A. F., E. D. Hastuti dan R. Budihastuti. 2016. Daya akumulasi logam berat tembaga (Cu) pada akar dan daun *Avicennia marina* (Forks.) berdasarkan fase pertumbuhan yang berbeda di pantai mangrove Semarang. *Jurnal Biologi*. **5**(3): 36-46.
- Jupriyati, R., N. Soenardjo dan S. Adhi. 2013. Akumulasi logam berat timbal (Pb) dan pengaruhnya terhadap histologi akar mangrove *Avicennia marina* (Forssk). Vierh. di Perairan Mangunharjo Semarang. *Jurnal Marine Research*. **3**(1): 61-68.
- Kariada, N.T. 2013. Akumulasi logam Cu pada *Avicennia marina* di wilayah tapak, tugurejo Semarang. *Jurnal Sain dan Teknologi*. **11**(2): 167-178.
- Kariada, N.T. 2014. Potensi *Avicennia Marina* sebagai fitoremediasi logam Cu pada tambak bandeng wilayah Tapak Semarang. *Jurnal Sains dan Teknologi*. **12**(2): 129-138.
- Karimah. 2017. Peran ekosistem hutan Mangrove sebagai habitat untuk organisme laut. *Jurnal Biologi Tropis*. **17**(2): 51-58.
- Kasmadi, D. 2015. Komposisi dan struktur jenis pohon di hutan produksi terbatas ake oba tanjung wayamli. *Cocos*. **6**(13): 1-8.
- Khairuddin., M. Yamin dan A. Syukur. 2018. Analisis kandungan logam berat pada tumbuhan mangrove sebagai bioindikator di teluk Bima. *Jurnal Biologi Tropis*. **18**(1): 69-79.

- Kurniawan, J. I., dan Aunurohim. 2014. Biosorpsi logam Zn^{2+} dan Pb^{2+} oleh mikroalga *chlorella* sp. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. **3**(1): 1-6.
- Kusuma, R. I., E. Mina dan A. F. Irfhamna. 2013. Stabilitas tanah lempung menggunakan fly ash terhadap nilai CBR. *Jurnal Fondasi*. **2**(2): 169-181.
- Kusumastuti, A. 2011. Pengenalan pola gelombang khas dengan interpolasi. *Jurnal Matematika Murni dan Aplikasi*. **2**(1): 7-12.
- Lose, I.M.I., L. Elhayat dan Sustri. 2015. Keanekaragaman jenis fauna darat pada kawasan wisata mangrove di desa labuan kecamatan lage kabupaten Poso. *Warta Rimba*. **3**(2): 118-123.
- Maddusa, S.S., M. G. Paputungan., A. R. Syarifuddin., J. Maambuat dan G. Alla. 2017. Kandungan logam berat timbal (Pb), merkuri (Hg), zink (Zn) dan arsen (As) pada ikan dan air sungai Tondano, Sulawesi Utara. *Al-Sihah: Public Health Science Journal*. **9**(2): 153-159.
- Mahmudi, M., A. Maizar., Supriatna., A. Darmawan., dan S. W. Ayuning. 2018. Buku Panduan Ilmu Tanah. Universitas Brawijaya.
- Mainassy, M. C. 2017. Pengaruh parameter fisika dan kimia terhadap kehadiran ikan lompat (*Thyssa Baelama Forsskal*) di perairan Pantai Apui Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*. **19**(2): 61-66.
- Manan, A. A. dan A. Machfudz. 2015. Pengaruh volume air dan pola vertikutur terhadap pertumbuhan dan hasil sawi hijau. *Journal of Agriculture and Science*. **1**: 33-43.
- Mance, G. 1987. Pollutan Treat of Heavy Metal in Aquatic Environments. Elsevier Applied Science: England.
- Manikasari, P. G dan P. D. Mahayani. 2018. Peran hutan mangrove sebagai biofilter dalam pengendalian polutan Pb dan Cu di hutan mangrove sungai donan, Cilacap, Jawa Tengah. *Jurnal Nasional Teknologi Terapan*. **2**(2): 105-117.
- Maslukah, L. 2013. Hubungan antara konsentrasi logam berat Pb, Cu, Cd, Zn dengan bahan organik dan ukuran butir dalam sedimen di estuari banjir kanal barat Semarang. *Buletin Oseanografi Marina*. **2**(1): 55-62.
- Masriadi., Patang., Ernawati. 2019. Analisis laju distribusi cemaran kadmium (Cd) di perairan sungai Jeneverang kabupaten Gowa. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. **5**(2): 14-25.
- Matutala, J., E. Poedjirahajoe., S. Pudyatmoko dan R. Sadono. 2019. Keragaman kondisi salinitas pada lingkungan tempat tumbuh mangrove di teluk Kupang, NTT. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. **17**(3): 425-434.
- Mawardi. 2016. Inovasi mengatasi pendangkalan pada pelabuhan Tapak Paderi kota Bengkulu. *Jurnal Inersia*. **8**(1): 39-48.
- Mu'nisa, A dan Nurham. 2010. Analisis cemaran logam berat tembaga (Cu) pada ikan Tembaga (*Sardinella gibbosa*) yang dipasarkan di Makassar. *Bionature*. **11**(2): 61-64.
- Mudhari, A. A. 2018. Sistem informasi pemetaan kantor pemerintah kabupaten Situbondo berbasis web. *Jurnal Ilmiah Informatika*. **3**(2): 235-241.

Natadisastra, G. G., Z. Hasan., Sriati dan W. Lili. 2018. Kemampuan penyerapan logam tembaga (Cu) pada akar *Avicennia marina*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 9(2): 41-48.

Ngafifuddin, M. dan S. Sunarno. 2017. Penerapan rancang bangun ph meter berbasis arduino pada mesin pencuci film radiografi sinar-x application design of ph-meter based on arduino to washing machine of x-ray radiograph film. 6(1): 66-70.

Noor, Y. R., M. Khazali dan I. N. N. Suryadiputra. 2006. Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia. Wetlands Internasional-Indonesia Programme: Bogor.

Nurchahyo, W. 2018. Parasit Pada Ikan. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.

Nurohmah, L., P. A. Wulandari dan R. Fathoni. 2019. Kemampuan adsorpsi logam berat Cu dan Pb dengan menggunakan adsorben kulit jagung. *Jurnal Chemurgy*. 3(2): 18-22.

Nurtjahya, E., R. Santi dan I. Inonu. 2020. Lahan Bekas Tambang Timah dan Pemanfaatannya. PT. Kanikus: Darah Istimewa Yogyakarta.

Paena, M., R. A. Suhaimi dan M. C. Undu. 2017. Karakteristik sedimen perairan sekitar tambak udang intensif saat musim hujan di teluk punduh kabupaten pesawaran Provinsi Lampung. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan*. 9(1): 221-234.

Palar, H. 1994. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta. Jakarta.

Patty, S.I. 2013. Distribusi suhu, salinitas dan oksigen terlarut di perairan kema, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmu Platax*. 1(3): 148-157.

Patty, S.I. dan A. Nebuchadnezzar. 2018. Kondisi suhu, salinitas, pH dan oksigen terlarut di perairan terumbu karang Ternate, Tidore dan sekitarnya. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*. 1(2): 1-10.

Patty, S.I., R. Huwae., dan F. Kainama. 2020. Variasi musiman suhu, salinitas dan kekeruhan air laut di perairan Selat Lembeh, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmu Platax*. 8(1): 110-117.

Permata, M. A. D., A. I. S. Purwiyanto dan G. Diansyah. 2018. Kandungan logam berat Cu (tembaga) dan Pb (timbal) pada air dan sedimen di kawasan industri teluk Lampung, Provinsi Lampung. *Journal of Tropical Marine Science*. 1(1): 7-14.

Pinto, Z. 2015. Kajian perilaku masyarakat pesisir yang mengakibatkan kerusakan lingkungan (studi kasus di pantai Kuwaru, Desa Poncosari, Kecamatan Srandakan, Kabupaten Bantul, Provinsi DIY). *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*. 3(3): 163-174.

Pramono, H. S. 2011. Pembacaan posisi koordinat dengan GPS sebagai pengendali palang pintu rel kereta api secara otomatis untuk penambahan aplikasi modul praktik mikrokontroler. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*. 20(2): 181-188.

Primyastanto, M., R. P. Dewi dan E. Susilo. 2010. Perilaku kerusakan lingkungan

- masyarakat pesisir dalam perspektif islam. *Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari*. 1(1): 1-11.
- Purwiyanto, A. I. S. 2013. Daya serap akar dan daun mangrove terhadap logam tembaga (Cu) di Tanjung api-api, Sumatera Selatan. *Maspuri Journal*. 5(1): 1-5.
- Puspasari, R. 2006. Logam dalam ekosistem perairan. *BAWAL* 1(2): 1-6.
- Puspayanti, M., H. A. T. Tellu dan S. M. Suleman. 2013. Jenis-jenis tumbuhan mangrove di desa Lebo kecamatan Parigi Kabupaten Parigi Moutong dan pengembangannya sebagai media pembelajaran. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*. 1(6): 1-9.
- Puspita, A. D., A. antoso dan B. Yulianto. 2013. Studi akumulasi logam timbal (Pb) dan efeknya terhadap kandungan klorofil daun mangrove *Rhizophora mucronata*. *Journal of Marine Research*. 3(1): 44-53.
- Putra, P., I. Nurrachmi dan J. Samiaji. 2017. Hubungan pH dan kandungan bahan organik sedimen terhadap kerapatan vegetasi mangrove di kecamatan Rupert Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau. *Journal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau*. 1(1): 1-11.
- Putri, A. M. S., Suryanti dan N. Widyirini. 2016. Hubungan tekstur tanah sedimen dengan kandungan bahan organik dan kelimpahan makrozoobenthos di muara sungai. *Saintek Perikanan*. 12(1): 75-80.
- Rachmawati, R., D. Yona dan R. D. Kasitowati. 2018. Potensi mangrove *Avicennia alba* sebagai agen fitoremediasi timbal (Pb) dan tembaga (Cu) di Perairan Wonorejo, Surabaya. *Jurnal Kelautautan*. 7(3): 227-236.
- Ritohardoyo, S. dan G. B. Ardi. 2014. Arah kebijakan pengelolaan hutan mangrove khusus pesisir kecamatan Teluk Pakedai kabupaten Kuburaya provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Geografi*. 11(1): 43-57.
- Rokhmalia, F., P. Hermiyanti dan H. Suryono. 2017. Fitoremediasi tumbuhan *Avicennia marina* jenis *Rhizophora* terhadap konsentrasi timbal (Pb) pada tanah. *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*. 8(2): 59-63.
- Rokhmana, S.N. 2012. Analisis pengaruh risiko pembiayaan terhadap profitabilitas (studi kasus pada Bank Muamalat cabang Semarang). *Jurnal Ekonomi dan Keuangan*. 1(3): 1-10.
- Roza, S. Y dan L. Muhelni. 2019. Analisis kandungan Cd, Cu, dan Pb pada air di permukaan dan sedimen permukaan di muara-muara sungai kota Padang. *Jurnal Akuatik Indonesia*. 4(1): 1-5.
- Rukminasari, N. dan K. Awaluddin. 2014. Pengaruh derajat keasaman (pH) air laut terhadap konsentrasi kalsium dan laju pertumbuhan *Halimeda* sp. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikan*. 24(1): 28-34.
- Salim, D., Yuliyanto dan Baharuddin. 2017. Karakteristik parameter oseanografi fisika-kimia perairan pulau kerumpunan kabupaten Kotabaru Kalimantan Selatan. *Jurnal Enggano*. 2(2): 218-228.
- Sanadi, T. H., J. N. W. Schadu, S. O. Tilaar, D. Mantiri, R. Bara dan W. Pelle. 2018. Analisis logam berat (Pb) pada akar mangrove di desa Bahowo dan

- desa Talawaan Bajo kecamatan Tongkaina. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. **2**(1): 9-18.
- Santana, I. K. Y. T., P. G. S. Julyantoro dan N. P. P. Wijayanti. 2018. Akumulasi logam berat seng (Zn) pada akar dan daun lamun *Enhalus acoroides* di perairan pantai Sanur, Bali. *Current Trends in Aquatic Science*. **1**(1): 47-56.
- Santi, V. M. A. Tiwow dan S. T. Gonggo. 2017. Analisis tembaga (Cu) dan timbal (Pb) dalam air laut dan sedimen di perairan pantai loli kecamatan Banawa kabupaten Donggala. *Jurnal Akademik Kimia*. **6**(4) 241-246.
- Saraswati, N. L. G. R., I. W. Arthana dan I. G. Hendrawan. 2017. Analisa kualitas perairan pada wilayah perairan pulau Serangan bagian utara berdasarkan baku mutu air laut. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*. **3**(2): 163-170.
- Sari, S. H. J., J. F. A. Kirana dan Guntur. 2017. Analisis kandungan logam berat Hg dan Cu terlarut di perairan pesisir Wonorejo, pantai timur Surabaya. *Jurnal Pendidikan Geografi*. **22**(1): 1-9.
- Saru, A., K. Amri dan Mardi. 2017. Konektivitas struktur vegetasi mangrove dengan keasaman dan bahan organik total pada sedimen di kecamatan Wonomulyo kabupaten Polewali Mandar. *SPERMONDE*. **3**(1): 1-6.
- Schaduw, J. N. W. 2018. Distribusi dan karakteristik kualitas perairan ekosistem mangrove pulau kecil taman nasional Bunaken. *Majalah Geografi Indonesia*. **32**(1): 40-49.
- Senoaji, G. dan M. F. Hidayat. 2016. Peran ekosistem mangrove di pesisir kota Bengkulu dalam mitigasi pemanasan global melalui penyimpanan karbon. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. **23**(3): 327-333.
- Setianingsih, S.T. dan Nelmiawati. 2020. Penyerapan indormasi masyarakat terhadap media informasi dinas kominfo kota Batam studi kasus pembuatan kartu pencarian kerja online. *Journal od Applied Multimedia Networking*. **4**(1): 1-9.
- Setiawan, H dan E. Subiandono. 2015. Konsentrasi logam berat pada air dan sedimen di perairan pesisir provinsi Sulawesi Selatan. *Forest Rehabilitation Journal*. **3**(1): 67-79.
- Setiawan, H. 2013. Akumulasi dan distribusi logam berat pada vegetasi mangrove di Pesisir Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu Kehutan*. **7**(1): 12-24.
- Setiawan, H. 2013. Status ekologi hutan mangrove pada berbagai tingkat ketebalan. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. **2**(2): 104-120.
- Setyaningrum, E. W., A. T. K. Dewi. M. Yuniartik dan E. D. Masithah. 2018. Analisis kandungan logam berat Cu, Pb, Hg dan Sn terlarut di pesisir kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Kelutan dan Perikanan*. **5**(1): 1-10.
- Siagian, H. S., R. P. J. Gultom dan R. Anggraeni. 2019. Modifikasi Alang-Alang sebagai Filter Adsorben Logam Berat. Deepublish Publisher: Yogyakarta.
- Sidabutar, E.A., S. Aida dan H. Muliawati. 2019. Distribusi suhu, salinitas dan oksigen terlarut terhadap kedalaman di perairan teluk Prigi Kabupaten Trenggalek. *Journal Fish Marine*. **3**(1): 46-52.
- Sugiyanto, R. A. N., D. Yona dan S. H. Julianda. 2016. Analisa daya serap akar

- mangrove *Rhizophora mucronata* dan *Avicennia marina* terhadap logam berat PB dan Cu di pesisir Probolinggo, Jawa Timur. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 4(1): 488-499.
- Suhana, M.P. 2018. Karakteristik sebaran menegak dan melintang suhu dan salinitas Perairan Selatan Jawa. *Dinamika Maritim*. 6(2) 9-11.
- Suhendrata, T. 2001. Kajian Ekologi Ekonomi Pemanfaatan dan Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir Kecamatan Brebes, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. Institut Pertanian Bogor.
- Sumtaki, K., O. J. Kalesaran dan C. Lumenta. 2018. Telaah morfometrik *Pinctada margaritifera* untuk pengembangan usaha budidaya. *Journal Budidaya Perairan*. 6(1): 15-24.
- Supriyanti, E dan H. Endrawati. 2015. Kandungan logam berat besi (Fe) pada air, sedimen dan kerang hijau (*Perna viridis*) di perairan tanjung emas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*. 18(1): 38-45.
- Supriyanti, E. dan N. Soenardjo. 2015. Kandungan logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada akar dan buah mangrove *Avicennia marina* di perairan tanjung emas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*. 18(2): 98-106.
- Supriyanti, E., R. A. T. Nuraini dan C. P. Dewi. 2017. Daya serap mangrove *Rhizophora* sp. terhadap logam berat timbal (Pb) di perairan mangrove park, Pekalongan. *Jurnal Kelautan Tropis*. 20(1): 16-24.
- Supu, I., B. Usman., S. Basri dan Sunarmi, 2016. Pengaruh suhu terhadap perpindahan panas pada material yang berbeda. *Jurnal Dinamika*. 7(1): 62-73.
- Suryani, A., K. Nirmala dan D. Djokosetyanto. 2018. Akumulasi logam berat (timbal dan tembaga) pada air, sedimen dan ikan bandeng (*Chanos Chanos Forsskal*, 1775) di pertambakan ikan bandeng dukuh tapak, kelurahan ujurejo, kota Semarang. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 8(3): 271-278.
- Suryani, N. A., E. D. Hastuti dan R. Budiastuti. 2018. Kualitas air dan pertumbuhan semai *Avicennia marina* pada lebar saluran tambak wanamina yang berbeda. *Berita Anatomi dan Fisiologi*. 3(2): 207-214.
- Susanti, R. 2014. Analisis kadar logam berat pada sungai di Jawa Tengah. *Sainteknologi*. 12(1): 35-40.
- Sutarta, E. S., Winarna dan M. A. Yusuf. 2017. Distribusi hara dalam tanah dan produksi akar tanaman kelapa sawit pada metode pemupukan yang berbeda. *Jurnal Pertanian Tropik*. 1(9): 84-94.
- Syamsuddin, R. 2014. Pengelolaan Kualitas air: Teori dan Aplikasi di Sektor Pertanian. Makassar: Pjar Press.
- Tampubolon, H. S., D. Bakti dan I. Lesmana. 2013. Studi kandungan logam berat tembaga (Cu) dan timbal (Pb) di perairan danau toba, provinsi sumatera utara. *Jurnal Universitas Sumatera Utara*. 1(1): 1-11.
- Tinley, I.J. 1979. Chemical Concepts in Pollutan Behavior. New York: John Wiley and Sons.

Tison, M., W. Adi dan I. Ambalika. 2016. Kemmpuan artificial seagrass terhadap keberhasilan transplantasi karang di turun aban Sungai Liat. *Akuatik Jurnal Sumberdaya Perairan*. **10**(2): 6-13.

Undang-undang Nomor 27 Tahun 2007 Tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil.

United Stated Environmental Protection Agency. 2004. The Incidence and Severity of Sediment Quality Survey: Secon Edition. Washington Dc: Standards and Health Protection Division.

Utami, R., W. Rismawati dan K Sapanali. 2018. Pemanfaatan mangrove untuk mengurangi logam berat di perairan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan Pesisir dan Perikanan*. **1**(3): 141-153.

Wali, W., Emiyarti dan L. O. A. Afu. 2020. Kandungan logam berat nikel (Ni) pada sedimen dan air di perairan desa Tapuemea Kabupaten Konawe Utara. *Sapa Laut*. **5**(1): 37-47.

Waluyo, L. 2018. Bioremediasi Limbah. UMM Press: Malang.

Wetipo, S. Y., J. C. Mangimbuludedan F. S. Rondonuwu. 2013. Produksi ros akibat akumulasi ion logam berat dan mekanisme penangkal dengan antioksidan. *Journal Biology Science Environmental and Learning*. **10**(1): 1-7.

Wibowo, Y., N. S. Mahardika dan L. S. Karmila. 2020. Prospek pengembangan minapolitan kabupaten Situbondo. *Jurnal Agroteknologi*. **14**(1): 78-90.

Widjono, H. 2007. Bahasa Indonesia Mata Kuliah Pengembangan Kepribadian di Perguruan Tinggi. PT Grasindo: Jakarta.

Winerungan, O.L. 2013. Sosialisasi perpajakan, pelayanan fiskus dan sanksi perpajakan terhadap kepatuhan wpop di kkp Manado dan kkp Bitung. *Jurnal Ekonomi, Manajemen Bisnis dan Akuntansi*. **1**(3): 960-970.

Wulandari, S. Y., B. Yulianto., G. W. Santosa dan K. Suwartimah. 2010. Kandungan logam berat Hg dan Cd dalam air, sedimen dan kerang darah (*Anadara granossa*) dengan menggunakan metode analisis pengaktifan neutron (APN). *Ilmu Kelautan*. **14**(3): 170-175.

Yanthy, K. I., E. S dan IG. A. K. S. P. Dewi. 2013. Spesiasi dan bioavailabilitas logam tembaga (Cu) pada berbagai ukuran partikel sedimen di kawasan Pantai Sanur. *Jurnal Kimia*. **7**(2): 141-152.

Yulianto, B., R. Ario dan A. Triono. 2006. Daya serap rumput laut (*gracilaria* sp.) terhadap logam berat tembaga (Cu) sebagai biofilter. *Ilmu Kelautan*. **11**(2): 72-78.

Zacharias, T., I. H. Wenno dan S. Laurens. 2019. Metode Penelitian Sosial Teori dan Aplikasi. Uwais Inspirasi Indonesia: Ponorogo, Jawa Timur.

Zein, S., L. Yasyifa., dkk. 2019. Pengolahan dan analisis data kuantitatif menggunakan aplikasi spss. *Jurnal Teknologi Pendidikan dan Pembelajaran*. **4**(1): 1-7.

Zohrahayaty. 2019. Karakteristik Penelitian Ilmu Komputer. Deepublish Publisher: Yogyakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan Penelitian Analisis Logam Berat

a. Alat

No	Alat	Fungsi
Alat Sampling		
1.	Botol <i>Club</i> 600ml	Untuk wadah sampel air
2.	<i>Cool Box</i>	Untuk menyimpan sampel
3.	Transek 5m x 5m	Untuk mempetakkan titik sampel pada titik stasiun.
4.	Gergaji	Untuk memotong akar mangrove <i>Avicennia marina</i>
5.	Pisau	Untuk memotong akar mangrove <i>Avicennia marina</i> menjadi kecil-kecil.
6.	Pipa paralon	Untuk mengambil sampel sedimen
7.	Plastik Sampel	Untuk wadah simpan sampel akar dan sedimen.
8.	Kertas Label	Untuk menandai sampel.
9.	Cetok	Untuk mengambil sampel sedimen.
10.	Tisu	Untuk mengeringkan alat yang basah.
11.	Timbangan digital	Untuk menimbang sampel.
Alat Parameter Kualitas Air		
12.	Termometer (TP101)	Untuk mengukur suhu air sampel
13.	pH meter (Lutron L201)	Untuk mengukur pH pada sampel air
14.	Refraktometer ATC	Untuk mengukur salinitas pada air sampel
Alat Sedimen		
15.	pH meter	Untuk mengukur pH pada sedimen.
16.	Timbangan (Scout Pro)	Untuk menimbang sampel sedimen.
17.	Oven	Untuk mengeringkan dan mensterilkan sedimen.
18.	Ring Sampel	Untuk wadah sampel

sedimen saat pengovenan.

19. Aluminium voil

Untuk menutup ring sampel.

20. Nampan

Untuk wadah sedimen.

21. Kuas

Untuk membersihkan sampel pada sieve shaker.

22. Sieve shaker Retsch

Untuk analisis saringan tekstur sedimen.

b. Bahan

No

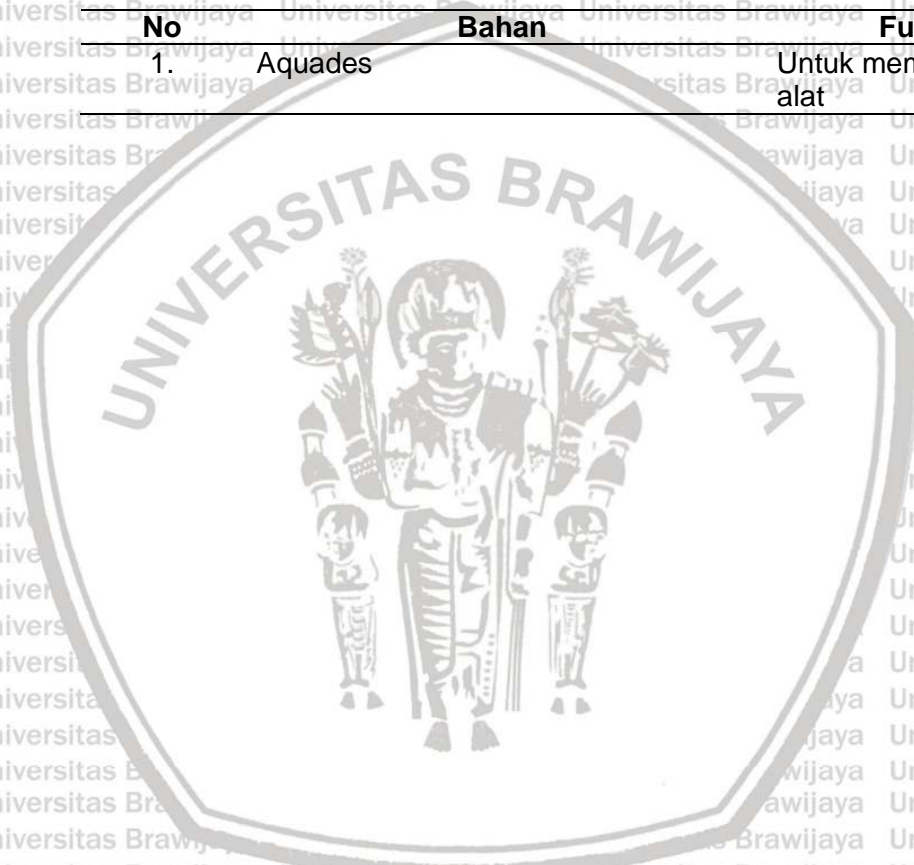
Bahan

Fungsi

1.

Aquades


Untuk membersihkan alat



Lampiran 2. Peta Satsiun Pengambilan Sampel



Lampiran 3. Hasil Uji AAS Logam Berat Tembaga (Cu)

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM) FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM LABORATORIUM KIMIA Jalan Semarang 5, Malang 65145 Telepon: 0341- 562180 Laman: www.um.ac.id	FPO 5.10-1
	FORMULIR RUDUL LAPORAN HASIL PENGUJIAN	
Tgl. Terbit / Revisi : 13 April 2021 Halaman : 1-1 File : Aprilia Denta Sari		

Nomor : 030/UN.32.3.7.3/LT/2021

Nama Pemilik : Aprilia Denta Sari

NIM : 175080101111023

Alamat Pemilik : Ketoraharjo 67B

Jenis contoh : Padat dan Cair

Tanggal terima sampel: 29 Maret 2021

Tanggal pengujian : 12 April 2021


Metode Uji : AAS

Hasil Pengujian : Kadar Tembaga (Cu)

No	Kode Sampel	Berat Sampel (gr)	Cu (ppm)	Keterangan
1	D Akar St. 1	2,0008	0,2031	Berat sampel yang ditimbang dilarutkan ke dalam larutan HNO ₃ 10% hingga volume larutan menjadi 50 mL.
2	D Akar St. 2	2,0004	0,3786	
3	D Akar St. 3	2,0009	0,1980	
4	D Akar St. 4	2,0007	0,0916	
5	D Sedimen St. 1	2,0011	0,8737	
6	D Sedimen St. 2	2,0007	1,0768	
7	D Sedimen St. 3	2,0014	0,5465	
8	D Sedimen St. 4	2,0007	1,0210	
9	D Air St. 1	-	0,0036	
10	D Air St. 2	-	0,0020	
11	D Air St. 3	-	0,0027	
12	D Air St. 4	-	0,0018	

13 April 2021

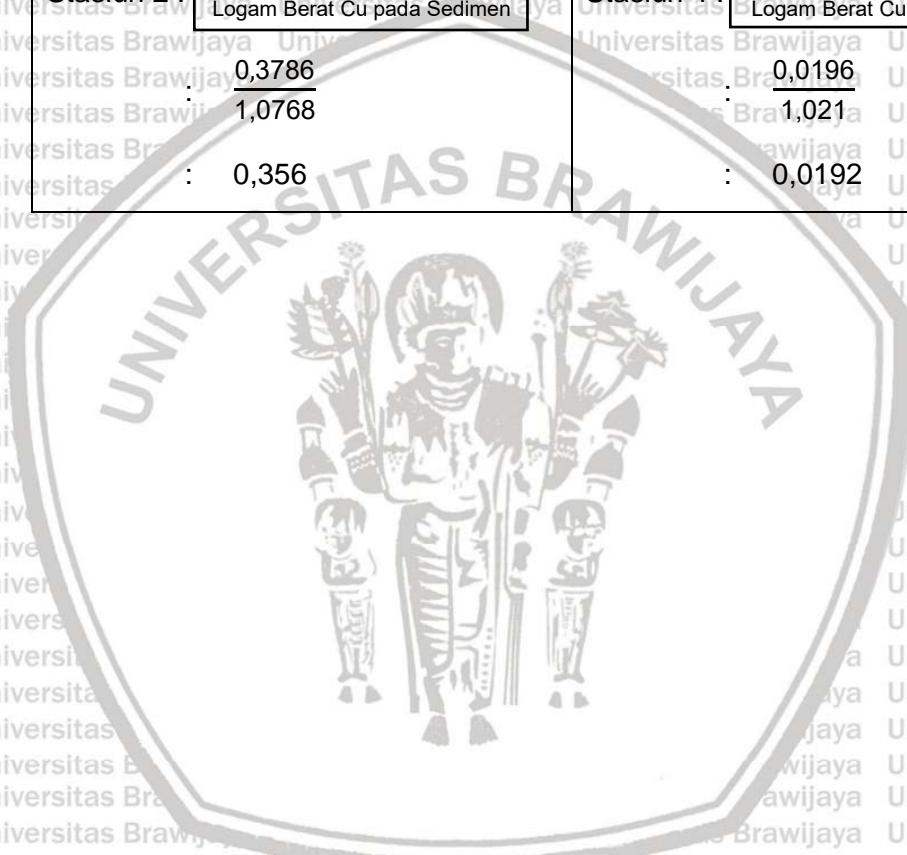
Kepala Laboratorium Kimia,



Dr. H. Yudhi Utomo, M. Si
NIP 196705011996031002

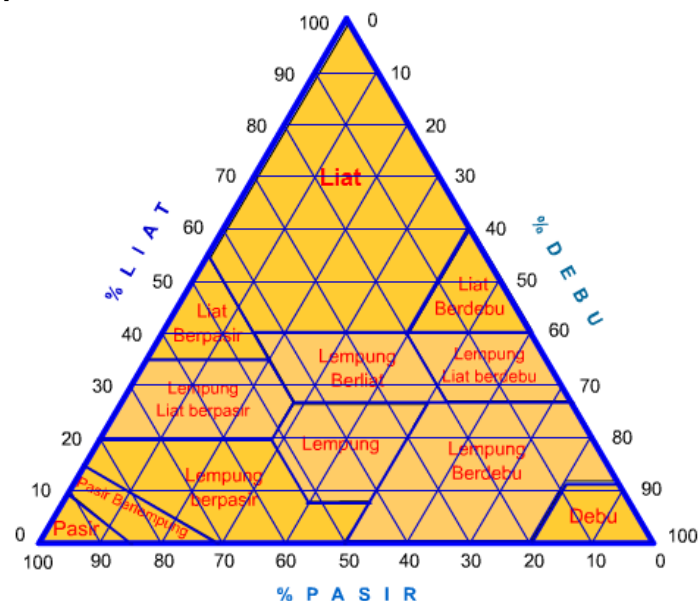
Lampiran 4. Perhitungan Nilai BCF

<p>Stasiun 1 :</p> $\frac{\text{Logam Berat Cu pada Akar}}{\text{Logam Berat Cu pada Sedimen}}$ $\frac{0,2031}{0,8737}$ $: 0,232$	<p>Stasiun 3 :</p> $\frac{\text{Logam Berat Cu pada Akar}}{\text{Logam Berat Cu pada Sedimen}}$ $\frac{0,1980}{0,5465}$ $: 0,362$
<p>Stasiun 2 :</p> $\frac{\text{Logam Berat Cu pada Akar}}{\text{Logam Berat Cu pada Sedimen}}$ $\frac{0,3786}{1,0768}$ $: 0,356$	<p>Stasiun 4 :</p> $\frac{\text{Logam Berat Cu pada Akar}}{\text{Logam Berat Cu pada Sedimen}}$ $\frac{0,0196}{1,021}$ $: 0,0192$



Lampiran 5. Perhitungan Tekstur Sedimen

Segitiga Sheppard



Sumber: Google Image 2021

Stasiun 1 Titik 1

Tabel 11. Perhitungan Sieve Shaker Titik 1.1

Diameter (Mesh Size)	Tertahan Saringan (gr)	Jumlah Tertahan Saringan (gr)	% Tertahan Saringan	% Lolos Saringan	Partikel
4 mm	0	0	0%	100%	Kerikil
2 mm	3	3	3%	97%	Biji/Butir Kerikil
1 mm	10	13	10%	90%	Pasir Sangat Kasar
5 μ m	22	35	22%	78%	Pasir Kasar
25 μ m	35	70	35%	65%	Pasir Sedang
125 μ m	18	88	18%	82%	Pasir Halus
63 μ m	8	96	8%	92%	Pasir Sangat Halus
45 μ m	2	98	2%	98%	Lumpur Kasar
< 45 μ m	2	100	2%	98%	Lumpur/Lempung
Jumlah	100		100%		

Tabel 12. Perhitungan dengan Segitiga *Sheppard* Titik 1.1

Pasir%	Liat%	Debu%	Kategori Partikel
96%	2%	2%	Pasir

Titik 2

Tabel 13. Perhitungan Sieve Shaker Titik 1.2

Diameter (Mesh Size)	Tertahan Saringan (gr)	Jumlah Tertahan Saringan (gr)	% Tertahan Saringan	% Lolos Saringan	Partikel
4 mm	0	0	0%	100%	Kerikil
2 mm	2	2	2%	98%	Biji/Butir Kerikil
1 mm	11	13	11%	89%	Pasir Sangat Kasar
5 µm	20	33	20%	80%	Pasir Kasar
25 µm	37	70	37%	63%	Pasir Sedang
125 µm	17	87	17%	83%	Pasir Halus
63 µm	9	96	9%	91%	Pasir Sangat Halus
45 µm	2	98	2%	98%	Lumpur Kasar
< 45 µm	2	100	2%	98%	Lumpur/Lempung
Jumlah	100		100%		

Tabel 14. Perhitungan dengan Segitiga *Sheppard* Titik 1.2

Pasir%	Liat%	Debu%	Kategori Partikel
96%	2%	2%	Pasir

Stasiun 2
Titik 1

Tabel 15. Perhitungan Sieve Shaker Titik 2.1

Diameter (Mesh Size)	Tertahan Saringan (gr)	Jumlah Tertahan Saringan (gr)	% Tertahan Saringan	% Lolos Saringan	Partikel
4 mm	2	2	2%	98%	Kerikil
2 mm	11	13	11%	89%	Biji/Butir Kerikil
1 mm	28	41	28%	72%	Pasir Sangat Kasar

5 μm	42	83	42%	58%	Pasir Kasar
25 μm	13	96	13%	87%	Pasir Sedang
125 μm	2	98	3%	97%	Pasir Halus
63 μm	1	99	1%	99%	Pasir Sangat Halus
45 μm	0	99	0%	100%	Lumpur Kasar
< 45 μm	1	100	0%	99%	Lumpur/Lempung
Jumlah	100		100%		

Tabel 16. Perhitungan dengan Segitiga Sheppard Titik 2.1

Pasir%	Liat%	Debu%	Kategori Partikel
97%	0%	1%	Pasir

Titik 2

Tabel 17. Perhitungan Sieve Shaker Titik 2.2

Diameter (Mesh Size)	Tertahan Saringan (gr)	Jumlah Tertahan Saringan (gr)	% Tertahan Saringan	% Lolos Saringan	Partikel
4 mm	3	3	3%	97%	Kerikil
2 mm	9	10	9%	91%	Biji/Butir Kerikil
1 mm	29	41	29%	71%	Pasir Sangat Kasar
5 μm	42	83	42%	58%	Pasir Kasar
25 μm	12	95	12%	88%	Pasir Sedang
125 μm	2	97	2%	98%	Pasir Halus
63 μm	1	98	1%	99%	Pasir Sangat Halus
45 μm	1	99	1%	99%	Lumpur Kasar
< 45 μm	1	100	1%	99%	Lumpur/Lempung
Jumlah	100		100%		

Tabel 18. Perhitungan dengan Segitiga Sheppard Titik 2.2

Pasir%	Liat%	Debu%	Kategori Partikel
95%	1%	1%	Pasir

• Stasiun 3
Titik 1

Tabel 19. Perhitungan Sieve Shaker Titik 3.1

Diameter (Mesh Size)	Tertahan Saringan (gr)	Jumlah Tertahan Saringan (gr)	% Tertahan Saringan	% Lolos Saringan	Partikel
4 mm	0	0	0%	100%	Kerikil
2 mm	0	0	0%	100%	Biji/Butir Kerikil
1 mm	1	1	1%	99%	Pasir Sangat Kasar
5 µm	8	9	8%	92%	Pasir Kasar
25 µm	41	50	41%	59%	Pasir Sedang
125 µm	41	91	41%	59%	Pasir Halus
63 µm	7	98	7%	93%	Pasir Sangat Halus
45 µm	2	100	2%	98%	Lumpur Kasar
< 45 µm	0		0%	100%	Lumpur/Lempung
Jumlah	100		100%		

Tabel 20. Perhitungan dengan Segitiga Sheppard Titik 3.1

Pasir%	Liat%	Debu%	Kategori Partikel
98%	0%	2%	Pasir

Titik 2

Tabel 21. Perhitungan Sieve Shaker Titik 3.2

Diameter (Mesh Size)	Tertahan Saringan (gr)	Jumlah Tertahan Saringan (gr)	% Tertahan Saringan	% Lolos Saringan	Partikel
4 mm	0	0	0%	100%	Kerikil
2 mm	0	0	0%	100%	Biji/Butir Kerikil
1 mm	2	2	2%	98%	Pasir Sangat Kasar
5 µm	7	9	9%	93%	Pasir Kasar
25 µm	40	49	40%	60%	Pasir Sedang
125 µm	42	91	42%	58%	Pasir Halus

63 μ m	5	96	5%	93%	Pasir Sangat Halus
45 μ m	2	98	2%	98%	Lumpur Kasar
< 45 μ m	2	100	2%	98%	Lumpur/Lempung
Jumlah	100		100%		

Tabel 22. Perhitungan dengan Segitiga *Sheppard* Titik 3.2

Pasir%	Liat%	Debu%	Kategori Partikel
96%	2%	2%	Pasir

• Stasiun 4
Titik 1

Tabel 23. Perhitungan *Sieve Shaker* Titik 4.1

Diameter (Mesh Size)	Tertahan Saringan (gr)	Jumlah Tertahan Saringan (gr)	% Tertahan Saringan	% Lolos Saringan	Partikel
4 mm	0	0	0%	100%	Kerikil
2 mm	3	3	3%	97%	Biji/Butir Kerikil
1 mm	7	10	7%	93%	Pasir Sangat Kasar
5 μ m	23	33	23%	77%	Pasir Kasar
25 μ m	31	64	31%	69%	Pasir Sedang
125 μ m	17	81	17%	83%	Pasir Halus
63 μ m	14	95	14%	86%	Pasir Sangat Halus
45 μ m	4	99	4%	96%	Lumpur Kasar
< 45 μ m	1	100	1%	99%	Lumpur/Lempung
Jumlah	100		100%		

Tabel 24. Perhitungan dengan Segitiga *Sheppard* Titik 4.1

Pasir%	Liat%	Debu%	Kategori Partikel
95%	1%	4%	Pasir

Titik 2

Tabel 25. Perhitungan Sieve Shaker Titik 4.2

Diameter (Mesh Size)	Tertahan Saringan (gr)	Jumlah Tertahan Saringan (gr)	% Tertahan Saringan	% Lolos Saringan	Partikel
4 mm	2	2	2%	98%	Kerikil
2 mm	3	5	3%	97%	Biji/Butir Kerikil
1 mm	10	15	10%	90%	Pasir Sangat Kasar
5 µm	27	42	27%	73%	Pasir Kasar
25 µm	31	73	31%	69%	Pasir Sedang
125 µm	15	88	15%	85%	Pasir Halus
63 µm	8	96	6%	94%	Pasir Sangat Halus
45 µm	2	98	2%	98%	Lumpur Kasar
< 45 µm	2	100	2%	98%	Lumpur/Lempung
Jumlah	100		100%		

Tabel 26. Perhitungan dengan Segitiga Sheppard Titik 4.2

Pasir%	Liat%	Debu%	Kategori Partikel
94%	2%	2%	Pasir

Lampiran 6. Pengambilan Sampel dan Kondisi Lokasi Penelitian

Pengambilan Sampel



Pengambilan Sampel Air



Pengambilan Sampel Sedimen



Pengambilan Sampel Akar *Avicennia marina*



Pengamatan Parameter Suhu



Pengamatan Parameter Salinitas



Pengamatan Parameter pH Air



Pengamatan pH Sedimen



Pengambilan Sedimen

Pengukuran Tekstur Sedimen di Laboraturium

5. Laboraturium Hidrobiologi Divisi Lingkungan



Penimbangan Sampel Sedimen



Peletakan Sedimen Kedalam Ring Sampel

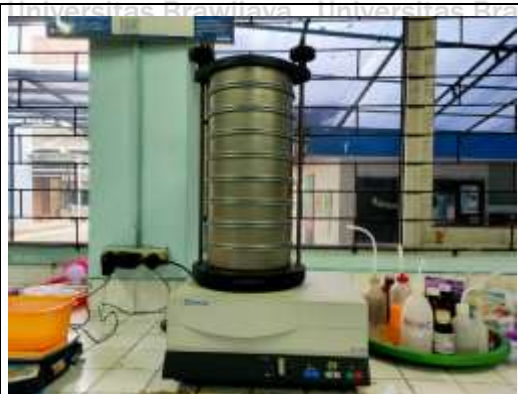


Pengovenan

6. Laboraturiu Eksplorasi Sumberdaya Perikanan dan Kelautan



Penimbangan Sampel Sedimen
Pengamatan Hasil Pengayakan



Pengayakan dengan Sieve Shaker



Kondisi Lokasi Penelitian



Pertanian



Pertambakan



Aliran Sungai Menuju Laut



Dermaga



Pelabuhan Panarukan



Pemukiman



Galangan Kapal



Pabrik



Saluran Limbah dan Sampah



Pipa Masuknya Air Tambak

